



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

INFLUENCIA DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE ERUPCIONES VOLCÁNICAS Y SISMOS COMPATIBLE CON EL ESTÁNDAR ISDB-Tb EN LA DISMINUCIÓN DE DAÑOS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

DIEGO JAVIER BARBA CHÉRREZ

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo presentado ante el Instituto de posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGISTER EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Riobamba – Ecuador

Mayo – 2018



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación y Desarrollo, denominado: **Influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones Volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua**, de responsabilidad del señor Diego Javier Barba Chérrez, ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Diego Marcelo Reina Haro, M. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Jefferson Alexander Ribadeneira Ramírez, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Oswaldo Geovanny Martínez Guashima, M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Raúl Marcelo Lozada Yáñez, M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Riobamba, Mayo 2018

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Diego Javier Barba Chérrez, con cédula de identidad 1804465860 declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

DIEGO JAVIER BARBA CHÉRREZ

N° de Cédula: 180446586 0

©2018, Diego Javier Barba Chérrez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Diego Javier Barba Chérrez, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que proviene de otras Fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

DIEGO JAVIER BARBA CHÉRREZ

N° de Cédula: 180446586 0

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por guiar mis pasos, llenándome de bendiciones y sabiduría en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mis padres, Darwin Barba y Sara Chérrez, por el apoyo incondicional en todas las decisiones que he tomado y creer en mí.

A mis hermanos, Darwin y Diana, y mis sobrinos, Darwinsito y Danielito por compartir su alegría y felicidad todo este tiempo.

Diego

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios, por brindarme la sabiduría, fortaleza y esperanza para culminar con esta etapa de mi vida.

A toda mi familia por ser el pilar fundamental para el cumplimiento de una meta más de mi vida.

A los señores Ingenieros Jefferson Ribadeneira, Oswaldo Martínez y Raúl Lozada, docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quienes de manera desinteresada con su ayuda supieron guiarme en la realización y culminación de este trabajo.

A la Ing. Estefany Carrión por su colaboración en esta importante etapa estudiantil.

Diego

CONTENIDO

RESUMEN	xvii
---------------	------

ABSTRACT.....	xviii
---------------	-------

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	---

1.1 Problema de Investigación.....	2
---------------------------------------	---

1.1.1 <i>Situación problemática</i>	2
---	---

1.1.2 <i>Formulación del problema</i>	4
---	---

1.1.3 <i>Sistematización del Problema</i>	4
---	---

1.2 Justificación de la Investigación	4
--	---

1.3 Objetivos de la investigación:.....	5
--	---

1.3.1 <i>Objetivo General</i>	5
-------------------------------------	---

1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
--	---

1.4 Hipótesis.....	6
-----------------------	---

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO	7
----------------------------	---

2.1 Antecedentes del problema.....	7
---------------------------------------	---

2.2 Bases teóricas	8
-----------------------------	---

2.2.1 <i>Desastres Naturales</i>	8
--	---

2.2.2 <i>Sistemas de Alerta Temprana</i>	17
--	----

2.2.3	<i>Televisión Digital Terrestre</i>	20
2.2.4	<i>Estándar ISDB-Tb</i>	26
2.2.5	<i>Middleware GINGA</i>	29
2.2.6	<i>EWBS, Emergency Warning Broadcasting System</i>	33
2.2.7	<i>Adopción del Sistema EWBS en el Ecuador</i>	37

CAPÍTULO III

3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1	Tipo y Diseño de Investigación	40
3.2	Métodos de Investigación	40
3.3	Enfoque de la Investigación.....	41
3.4	Alcance de la Investigación	41
3.5	Población de estudio	42
3.6	Selección y tamaño de la muestra.....	42
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43

CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1	Análisis e interpretación de resultados	44
4.1.1	<i>Análisis de frecuencias</i>	44
4.2	Verificación de hipótesis	55
4.2.1	<i>Selección de la prueba estadística</i>	55
4.2.2	<i>Frecuencias observadas</i>	55

4.2.3	<i>Frecuencias esperadas</i>	56
4.2.4	<i>Cálculo de grados de libertad</i>	56
4.2.5	<i>Cálculo matemático del Chi Cuadrado</i>	56
4.2.6	<i>Decisión</i>	57

CAPÍTULO V

5	PROPUESTA	58
5.1	Diseño del Sistema de Alerta Temprana para Tungurahua	58
5.1.1	<i>Software utilizados</i>	59
5.1.2	<i>Hardware utilizados</i>	60
5.1.3	<i>Diagrama de flujo de posibles escenarios</i>	60
5.2	Desarrollo y Simulación del Sistema de Alerta Temprana	62
5.2.1	<i>Diseño de las aplicaciones interactivas orientadas a informar sobre erupciones volcánicas y sismos en Tungurahua</i>	63
5.3	Prototipo del Sistema de Alerta Temprana y de Emergencia de TDT	74
5.4	Esquema de transmisión de las señales de TDT	78
5.5	Valoración del Sistema de Alerta Temprana y análisis de resultados	81

CONCLUSIONES	85
--------------------	----

RECOMENDACIONES	86
-----------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Estados de alerta de una erupción volcánica	11
Tabla 2-2: Afectación humana y económica de una erupción volcánica y sismo en Ecuador	13
Tabla 3-2: Escala de Richter	15
Tabla 4-2: Escala Modificada de Mercalli.....	16
Tabla 5-2: Descripción de los Estándares mundiales de TDT	24
Tabla 6-2: Clasificación por portadoras de los Estándares de TDT	25
Tabla 7-2: Especificación de las funciones que debe tener un receptor ISDB-Tb	37
Tabla 8-2: Códigos de área para el sistema EWBS en Tungurahua.....	39
Tabla 1-4: Conocimiento de Sistemas de Alertas de Emergencias.....	45
Tabla 2-4: Reacción ante la última erupción volcánica o sismo.....	46
Tabla 3-4: Medios de comunicación utilizados.....	47
Tabla 4-4: Reacción durante la última erupción volcánica o sismo	48
Tabla 5-4: Frecuencia de simulacros.....	49
Tabla 6-4: Personas con las que realiza un simulacro	50
Tabla 7-4: Preparación ante una erupción volcánica o sismo	51
Tabla 8-4: Plan familiar de emergencias.....	52
Tabla 9-4: Existencia de mapa de amenazas	53
Tabla 10-4: Disminución de daños con un Sistema de Alerta Temprana	54
Tabla 11-4: Tabla cruzada de frecuencias observadas	55
Tabla 12-4: Tabla cruzada de frecuencias esperadas.....	56
Tabla 13-4: Cálculo matemático del Chi Cuadrado	57

Tabla 1-5: Especificaciones técnicas de equipos utilizados en el desarrollo del prototipo	60
Tabla 2-5: Posibles valores del atributo <i>KeyCode</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Localización de volcanes con alguna erupción registrada.....	10
Figura 2-2: Mapa de Amenazas y Recursos aledaños al Volcán Tungurahua	14
Figura 3-2: Diagrama de propagación de un sismo	15
Figura 4-2: Ciclo de Respuesta Humanitaria ante Desastres naturales	17
Figura 5-2: Protocolo de comunicación para gestionar los sistemas de alerta en Ecuador	20
Figura 6-2: Esquema conceptual de utilización del ancho de banda disponible	23
Figura 7-2: Bloques funcionales del proceso de transmisión de la TDT	26
Figura 8-2: Estructura del estándar ISDB-Tb	27
Figura 9-2: Segmentación del ancho de banda disponible en un canal de 6MHz.	28
Figura 10-2: Generación del flujo de transporte de difusión a transmitirse	28
Figura 11-2: Arquitectura Ginga	30
Figura 12-2: Subsistema <i>Ginga Common Core</i>	31
Figura 13-2: Funciones básicas del Sistema EWBS	34
Figura 14-2: Estructura de los paquetes TS, flujo BTS y cuadro multiplex.....	35
Figura 15-2: Diagrama de transmisión incluyendo una señal EWBS	36
Figura 1-5: Diagrama de Flujo del protocolo de comunicación ante emergencias	61
Figura 2-5: Diagrama de flujo del Protocolo de activación de Sistemas de Alerta Temprana....	62
Figura 3-5: Menú de navegación de un control remoto.....	63
Figura 4-5: Diagrama funcional de aplicación para erupciones volcánicas	64
Figura 5-5: Diagrama funcional de la aplicación para sismos.....	65
Figura 6-5: Distribución de las regiones de la aplicación.....	66

Figura 7-5: Código NCL con el detalle de las regiones creadas	66
Figura 8-5: Enlace entre el puerto del Contexto General de la aplicación con el video	67
Figura 9-5: Creación del descriptor.....	67
Figura 10-5: Código NCL para los descriptores.....	68
Figura 11-5: Enlace de dos elementos media utilizando el conector <i>onBeingStart_delay</i>	68
Figura 12-5: Código NCL del conector <i>onBeingStart_delay</i>	69
Figura 13-5: Insertar contextos individuales asociados con los botones de navegación	70
Figura 14-5: Enlace del ícono de interactividad con un contexto asignado para un botón	70
Figura 15-5: Código NCL para los contextos insertados.....	71
Figura 16-5: Código NCL para conectores con diferentes parámetros	72
Figura 17-5: Vista del esquema estructural de la aplicación para erupciones volcánicas	73
Figura 18-5: Vista del esquema estructural de la aplicación para erupciones volcánicas	73
Figura 19-5: Máquina Virtual Set-Top Box Ginga-NCL	74
Figura 20-5: Conexión remota entre el primero computador y la máquina virtual del segundo	75
Figura 21-5: Visualización del prototipo de Sistema de Alerta Temprana	76
Figura 22-5: Analogía entre teclas del computador y botones del control.....	76
Figura 23-5: Visualización del Sistema de Alerta Temprana en el <i>Set-Top Box</i> Virtual	77
Figura 24-5: Visualización del Sistema de Alerta Temprana en el <i>Set-Top Box</i> Virtual	77
Figura 25-5: Visualización del Sistema EWBS en el <i>Set-Top Box</i> Virtual.....	78
Figura 26-5: Conformación de los Paquetes de Flujos de Transporte	79
Figura 27-5: Estructura del Descriptor EWBS en una Tabla PMT	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Conocimiento de Sistemas de Alertas de Emergencias	45
Gráfico 2-4: Reacción ante la última erupción volcánica o sismo	46
Gráfico 3-4: Medios de comunicación utilizados	47
Gráfico 4-4: Reacción durante la última erupción volcánica o sismo	48
Gráfico 5-4: Frecuencia de realización de simulacros	49
Gráfico 6-4: Personas con las que realiza un simulacro	50
Gráfico 7-4: Preparación ante una erupción volcánica o sismo	51
Gráfico 8-4: Plan familiar de emergencias	52
Gráfico 9-4: Existencia de mapa de amenazas	53
Gráfico 10-4: Disminución de daños causados por una erupción o sismo	54
Gráfico 11-4: Distribución del chi cuadrado con 1 grado de libertad	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Entrevista realizada en la Coordinación zonal 3 de la Secretaría de Gestión de Riesgos.

ANEXO B: Asignación de códigos de área para Ecuador

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo el diagnosticar la influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones Volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua; así como la concientización de la ciudadanía en la toma de decisiones y manera de actuar frente a la ocurrencia de una situación de emergencia. La investigación de las características de funcionamiento del estándar ISDB-Tb, como la inserción de aplicaciones interactivas en la señal de Televisión Digital, junto con la aplicación de una encuesta a una muestra de 383 personas que habitan zonas mayormente afectadas por erupciones volcánicas y sismos suscitados en la provincia de Tungurahua, permitieron determinar que el 49.9% de la muestra analizada registra preferencia por la Televisión como medio de comunicación ante situaciones de emergencia, dato que fue fundamental para el desarrollo del prototipo de un Sistema de Alerta de Emergencias a través de la señal de Televisión; finalmente, y con la aplicación de una entrevista, estructurada en base a una escala Likert, se determinó la influencia del Sistema de Alerta Temprana en la disminución de daños producidos por erupciones volcánicas y sismos, misma que tuvo una valoración y aceptación del 77.78% por parte de los representantes de la Coordinación Zonal 3 de la Secretaría de Gestión de Riesgos, ya que podría utilizarse como recurso adicional en el proceso comunicacional de las situaciones de emergencia en el Ecuador.

Palabras clave: <TENCNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELECOMUNICACIONES>, <TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE>, <ESTANDAR ISDB-Tb>, <SISTEMA EWBS>, <APLICACIÓN INTERACTIVA>, <MIDDLEWARE GINGA>, <SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA>

ABSTRACT

This research was aimed at diagnosing the influence of an Early Warning System for volcanic eruptions and earthquakes compatible with the standard ISDB-Tb in the reduction of damage in the province of Tungurahua; As well as the awareness of citizens in the decision making and way of acting in front of the occurrence of an emergency situation. Research on the performance characteristics of the ISDB-Tb standard, such as the insertion of interactive applications in the Digital Television signal, together with the application of a survey to a sample of 383 people who inhabit areas mostly affected by volcanic eruptions and earthquakes in the province of Tungurahua, they allowed to determine that 49.9% of the sample analyzed recorded preference for television as a means of communication in emergencies, data that was Fundamental for the development of the prototype of an emergency alert system through the television signal; Finally, and with the application of an interview, structured based on a Likert scale, the influence of the Early Warning System was determined in the reduction of damage caused by volcanic eruptions and earthquakes, which had an assessment and acceptance of the 77.78% by the representatives of zonal Coordination 3 of the Secretariat of Risk Management, as it could be used as an additional resource in the communication process of emergencies in Ecuador.

KEYWORDS: TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES, TELECOMMUNICATIONS, DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION, STANDARD ISDB-Tb, EWBS SYSTEM, INTERACTIVE APPLICATION, GINGA MIDDLEWARE, EARLY WARNING SYSTEM

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El Ecuador, por su ubicación geográfica, está expuesto a una intensa actividad sísmica y volcánica, razón por la cual, el trabajo en materia de gestión de riesgos para la reducción del impacto adverso que estas situaciones pueden causar en la población es incesante; el desarrollo de herramientas que permitan brindar información necesaria y oportuna ante situaciones de emergencia, constituye el pilar fundamental y esencial de dicho trabajo.

La digitalización de las señales de televisión constituye un cambio inminente en el ámbito de las telecomunicaciones, su supremacía frente a la tecnología analógica es total, destacándose el aprovechamiento del espectro radioeléctrico destinado para este fin; es así que en 2010 el Ecuador decide adoptar el estándar ISDB-Tb como norma para la transmisión de señales de Televisión Digital en todo el territorio nacional.

Bajo esta primicia, el gobierno ecuatoriano, a través de la Secretaria de Gestión de Riesgos y el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, promueve la implementación del estándar ISDB-Tb con todos los beneficios que trae consigo, en especial el Sistema EWBS para la transmisión de señales de alerta, y el middleware Ginga para la presentación de aplicaciones interactivas informativas, reduciendo la brecha digital y fomentando la inclusión social en el país.

En el Capítulo I se realiza el análisis del problema de investigación, su situación problemática, formulación, justificación, objetivos general y específicos, así como el planteamiento de la hipótesis.

En el Capítulo II se enlistan algunos trabajos investigativos relacionados con el tema propuesto, mismos que sirvieron como punto de partida para la compresión de ideas y desarrollo de las bases teóricas relacionadas con, los fenómenos naturales de mayor impacto a los que está expuesta la población de la provincia de Tungurahua, consideraciones de los Sistemas de Alerta Temprana, las características del estándar ISDB-Tb de Televisión Digital Terrestre que permiten

la transmisión de señales de alerta y la forma en cómo se maneja su proceso de adopción en el Ecuador.

En el Capítulo III se muestra la metodología utilizada en la investigación, los métodos, enfoques y alcance propuestos; así como la selección de la muestra a la que se aplicó los instrumentos para la recolección de datos primarios.

En el Capítulo IV se realiza la tabulación y análisis de los datos recopilados, utilizando el software SPSS, para la comprobación la hipótesis planteada.

En el Capítulo V se presenta el diseño, desarrollo, simulación y valoración del prototipo de Sistema de Alerta Temprana ante erupciones volcánicas y sismos, compatible con el estándar ISDB-Tb propuesto.

1.1 Problema de Investigación

1.1.1 Situación problemática

La ubicación geográfica del Ecuador; al encontrarse en medio de la Cordillera de los Andes y por tanto dentro del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, hace que en el país se presenten constantes situaciones de emergencia y desastres naturales de distinto origen, como hidrológico, metrológico y geológico; se puede destacar las inundaciones, tormentas tropicales, granizo, sequías, erupciones volcánicas, sismos y deslizamientos, como los fenómenos que ocurren con mayor frecuencia en el Ecuador. Otro de los detonantes que ha influenciado en la frecuencia con que ocurren estos fenómenos es la falta de conciencia del hombre sobre los cuidados medioambientales y la excesiva explotación de sus recursos.

El Ecuador Continental está distribuido en tres zonas geológicas, las llanuras de la Costa, el área montañosa de la Sierra y las zonas bajas de la Amazonía. La Costa es una región de baja altura con ligeros relieves, la cual está formada por suelos volcánicos y aluviales, que en su mayoría son inestables. La Sierra es una superficie irregular formada, en algunos casos, por capas de sedimentos y rocas volcánicas, lavas y rellenos piroplásticos, o por Rocas metamórficas formadas durante la orogenia Caledoniana. Mientras que la Amazonía consiste de un cabalgamiento y plegamiento del arco tectónico de la parte oriental de la Sierra. (Hall, 2000)

Dado este precedente, el Ecuador está en constante exposición a sufrir situaciones de emergencia geológica; particularmente terremotos, que se han constituido en una amenaza permanente para los habitantes de esta zona. Cabe recalcar que dichos movimientos sísmicos pueden tener origen volcánico, ya que en la región interandina existen varios volcanes actualmente activos; y origen tectónico, debido a la interacción de las placas de Nazca y América del Sur.

El sismo registrado el 16 de abril del 2016 con hipocentro en las playas de Pedernales, provincia de Manabí, y de magnitud 7.8° en la escala de Richter, fue el resultado de la subducción entre dos placas tectónicas: La placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana. Este fenómeno de sumergimiento es el mismo que originó los sismos del 31 de enero de 1906, que es el más grande registrado en el Ecuador; 14 de mayo de 1942, 19 de enero de 1958 y 12 de diciembre de 1979. (Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016)

Por otra parte, la televisión analógica tradicional es considerada, junto con el Internet, uno de los medios de comunicación más importantes e influyentes de los últimos tiempos; misma que poco a poco ha ido quedando obsoleta, por el desaprovechamiento de las ventajas que en la actualidad las tecnologías de la información y comunicación ofrecen. Es así que, pensando en la evolución de la televisión, se ha decidido dejar atrás la transmisión analógica de las señales dando paso a la transmisión digital de las mismas; ésta digitalización ofrece múltiples ventajas como la optimización del espectro radioeléctrico, mayor y mejor resolución de las señales de audio y video, menor afectación por ruidos e interferencias, así como la posibilidad de insertar contenidos y aplicaciones interactivos.

El 25 de marzo de 2010, Ecuador firmó convenios de cooperación técnica y capacitación con los gobiernos de Japón y Brasil, adoptando el estándar japonés-brasileño ISDB-Tb, como norma de TDT a ser aplicada en todo el territorio nacional. Entre las fortalezas de éste estándar se destaca la posibilidad de transmitir señales de alerta de emergencia, desde las estaciones televisivas hasta cualquier receptor que se encuentre en el área de cobertura; la finalidad de transmitir dichas señales es prevenir y disminuir los daños que ocasionan los desastres naturales. (Ecuador. Consejo Nacional de Telecomunicaciones, 2010)

En general; el Ecuador ha sufrido diferentes desastres naturales a lo largo de su historia, tomando como referencia el ocurrido el pasado 16 de abril, que puso al descubierto la falible red tecnológica y de telecomunicaciones existente en el país; ya que la mayoría de sistemas de emergencia, servicios de comunicación fija y móvil, y servicios de acceso a Internet colapsaron en gran parte del territorio nacional, durante e incluso en los días posteriores a los hechos. Los medios televisivos hicieron eco de la noticia aproximadamente dos horas después, sin tener

información concreta y solamente especulando sobre lo sucedido; es así que algunos de los problemas de las estaciones radican en la falta de información confirmada por parte de los medios oficiales, y la dependencia que se tiene con los comunicadores para la presentación de la noticia.

1.1.2 Formulación del problema

¿La no existencia de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones Volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb, impide la disminución de daños en la provincia de Tungurahua?

1.1.3 Sistematización del Problema

- ✓ ¿De qué manera trabaja un Sistema de Alerta Temprana ante Desastres Naturales, específicamente erupciones volcánicas y sismos?
- ✓ ¿Cuáles son las características de funcionamiento del estándar ISDB-Tb de Televisión Digital Terrestre?
- ✓ ¿Cómo pueden converger los Sistemas de Alerta de Emergencias (EWBS) con la señal digital de Televisión?
- ✓ ¿En qué medida influye un Sistema EWBS en la disminución de daños producidos por erupciones volcánicas y sismos en la provincia de Tungurahua?

1.2 Justificación de la Investigación

El presente trabajo investigativo servirá para desarrollar planes de prevención ante erupciones volcánicas y sismos; que ocurrirán inevitablemente en el país, y que tienen como objetivo la disminución de los daños materiales y psicológicos de la población frente a estas situaciones, a través de medios audiovisuales. De igual manera, servirá para la potenciación del estándar ISDB-Tb y la continua capacitación técnica sobre las funcionalidades del mismo, además podría servir de marco de referencia para establecer una normativa común ante situaciones de emergencia en todos los países que han adoptado este estándar de televisión.

Los resultados que se espera alcanzar con la ejecución de este proyecto serán similares a los obtenidos en Japón; que desarrollaron nuevas formas de comunicación, mediante todo un sistema de alertas tempranas que funcionan desde hace tres décadas, éste sistema aprovecha la versatilidad e interactividad del estándar en medios de difusión masivos, como la televisión, para informar continuamente sobre alertas de tsunamis y sismos en tiempo real, todo esto quedó evidenciado en el terremoto ocurrido en dicho país en marzo del 2011.

Finalmente, este proyecto será de gran importancia en el ámbito de las Telecomunicaciones y la Gestión de Riesgos, ya que permitirá la inserción de un nuevo recurso televisivo como lo es el sistema de transmisión de alerta de emergencia, EWBS; mismo que utiliza señales de advertencia, combinadas con la señal de televisión, para emitir alertas oportunas a la población y poder enfrentar eventualidades como erupciones volcánicas y sismos, que tienen gran posibilidad de ocurrencia en Tungurahua. Con su desarrollo se beneficiará a todos los actores involucrados en el proceso de comunicación; los televidentes, gracias a la implementación de un sistema moderno que permitirá estar al tanto de estas situaciones, así como instruir sobre la manera de actuar frente a las mismas; y las estaciones televisivas, ya que podrán emitir información confiable y con mayor rapidez.

1.3 Objetivos de la investigación:

1.3.1 Objetivo General

Diagnosticar la influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones Volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb en la disminución de daños en la provincia de Tungurahua.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar los Sistemas de Alerta Temprana ante Desastres Naturales, específicamente erupciones volcánicas y sismos.
- ✓ Investigar las características de funcionamiento del estándar ISDB-Tb de Televisión Digital Terrestre.
- ✓ Desarrollar un prototipo en el que converja un Sistema de Alerta de Emergencias con la señal de Televisión Digital.

- ✓ Determinar la influencia del Sistema de Alerta Temprana en la disminución de daños producidos por erupciones volcánicas y sismos en Tungurahua.

1.4 Hipótesis

Un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb, permitirá disminuir los daños en la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

La televisión es el medio de difusión que más importancia tiene dentro de los hogares ecuatorianos, tanto que es considerada como un elemento de socialización que permite acceder a información nacional e internacional en tiempos cortos; esto según la *Encuesta de uso, hábitos, y preferencia de la televisión en el Ecuador* realizada por la Superintendencia de Telecomunicaciones en 2009. En el mismo año, existían 3.3 millones de televisores en el país, dando un promedio de 1.1 televisores por cada hogar.

Como se mencionó en la Situación Problemática, la televisión analógica posee características que la hacen inferior a la televisión digital; la que tiene mayor relevancia para la investigación es la interacción entre el televidente y la estación, ya que la participación del usuario es mínima, convirtiéndolo en un receptor pasivo. Sin embargo, actualmente, existen programas en los que se permite el pronunciamiento de los usuarios a través de mensajes de texto, llamadas telefónicas y mensajes en redes sociales; pero ninguno ofrece una interacción continua.

Los puntos claves de la transición de tecnología están relacionados con los impactos que se podrían causar a los usuarios; así como la necesidad de apoyo de entidades del Gobierno para aprovechar al máximo todas las bondades del estándar adoptado, en especial el Sistema de Alerta de Emergencias, que es tópico de esta investigación. (Ecuador. Superintendencia de Telecomunicaciones, 2010)

Como antecedentes investigativos se tomaron algunos artículos científicos relacionados con el tema propuesto y que sirvieron como soporte del presente proyecto, como: “Desarrollo de Aplicaciones Interactivas para TV Digital orientadas a formar a la Población en Desastres Naturales”, publicado en la revista de Escuela Politécnica Nacional en el año 2013, donde se presenta el diseño e implementación de una aplicación interactiva para TDT, desarrollada bajo

el formato declarativo de Ginga-NCL, que ayuda a formar a la población ante erupciones volcánicas, sismos y tsunamis en el Ecuador. (Valencia & Bernal, 2013)

Cabe mencionar también la investigación presentada, en el Foro Internacional ISDB-T celebrado en Mayo del 2013, por un grupo de expertos de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), denominada “Estandarización del Sistema de Alerta de Emergencias EWBS en América Central y Sudamérica”, en la que los autores detallan expectativas, actividades para armonización, y las nuevas especificaciones del sistema EWBS en las regiones centro y sur de América. (Sakaguchi, Yoshimi, & Marayuma, 2013)

2.2 Bases teóricas

Para el desarrollo del Sistema de Alerta Temprana y el análisis de su influencia en la disminución de daños, se hace necesario investigar el historial de Desastres y Catástrofes Naturales que se registra en el Ecuador, concretamente en la provincia de Tungurahua, ya que por ser una provincia que se ubica en la región interandina no está exenta de sismos y erupciones volcánicas, no así Tsunamis.

2.2.1 Desastres Naturales

La UNDRO (Organización de las Naciones Unidas para el Socorro en casos de Desastres), define a los desastres como “un evento identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad.”. La misma organización no define los desastres naturales como tal, ya que los desastres son considerados humanos y sociales; por el contrario, los que sí tienen carácter natural son los fenómenos, ya que son manifestaciones que adopta la naturaleza como consecuencia de su interacción interna.

Los fenómenos naturales pueden ser de ocurrencia ordinaria, como los vientos y lluvias, y extraordinaria, como los terremotos y tsunamis; sin necesidad de que estos provoquen un “desastre natural”. Es así, que los efectos de algunos fenómenos no son considerados

desastrosos hasta cuando los mismos influyen drástica y negativamente en el estilo de vida de una población; concretamente, esto sucede cuando la población afectada vive en condiciones vulnerables ante dichos fenómenos, como mala situación económica, viviendas mal construidas, inestabilidad del suelo, etc. (Maskrey, Cardona, García, Lavell, & Macías, 1993)

Nuestro país, al estar localizado en una de las zonas de mayor riesgo sísmico del mundo, está expuesto a constantes fenómenos naturales de ocurrencia extraordinaria; como los terremotos de Pedernales en 2016, Bahía de Caráquez en 1998, Ambato en 1949, entre otros movimientos de menor magnitud, como los suscitados en los últimos días en Guayaquil; y eventuales erupciones de los volcanes actualmente activos como el Reventador, Guagua Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, que afectarían en gran medida a la población ecuatoriana. Por otra parte, el calentamiento del Océano Pacífico a la altura de la línea ecuatorial, denominado Fenómeno del Niño, provoca intensas lluvias e inundaciones, como las registradas a finales de los años noventa en la zona costera del país.

2.2.1.1 Erupciones volcánicas

Es la expulsión de Magma, roca fundida a elevadas temperaturas, desde el interior de la Tierra hacia la superficie de la misma; a escala global, las erupciones volcánicas ocurren en menor frecuencia que otros fenómenos naturales como terremotos y tsunamis, por consiguiente, causan menos pérdidas humanas y materiales que otros desastres. El riesgo en erupciones volcánicas depende del mecanismo eruptivo y del flujo de materiales expulsados a la superficie; ambos aspectos están relacionados con las propiedades físico-químicas del Magma y con la ubicación geográfica de los volcanes. (Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2015)

Las erupciones volcánicas, así como los sismos, están estrechamente relacionados con el movimiento de las placas tectónicas; ya que el constante movimiento de las mismas produce una acumulación de energía en la litosfera, que luego es liberada en forma de energía mecánica o térmica. Es por esto que la gran mayoría de los volcanes activos se encuentran cerca de las uniones de las diferentes placas que forman la litosfera de la Tierra.

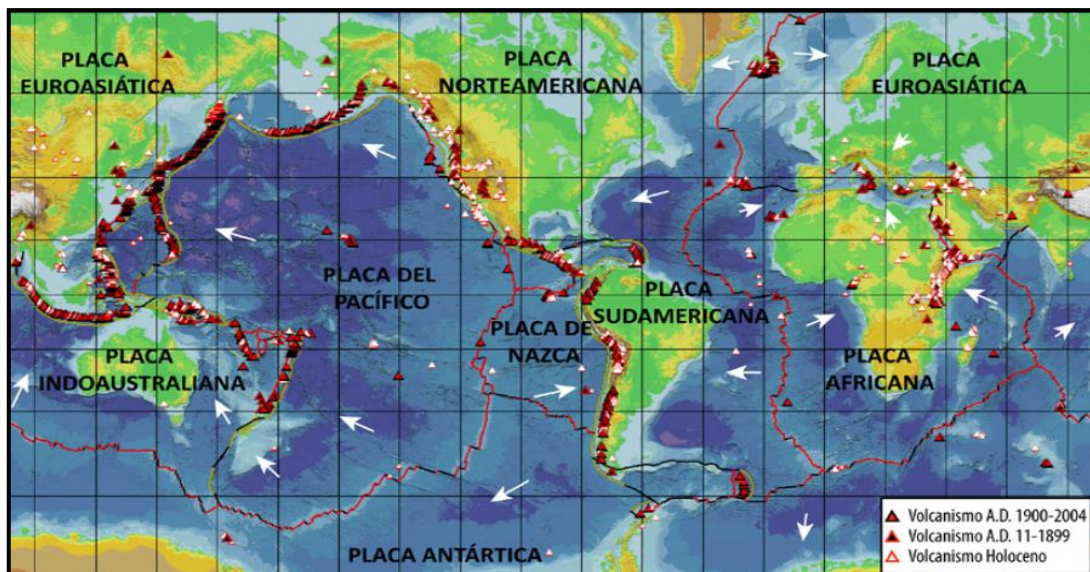


Figura 1-2: Localización de volcanes con alguna erupción registrada

Fuente: (Carracedo & Perez, 2015)

Existen alrededor de 550 volcanes activos en nuestro planeta, de los cuales unos 50 inician un nuevo proceso eruptivo cada año; en este proceso se presentan situaciones con gran potencial destructivo como, flujos piroplásticos, deslizamientos laterales, lahares, flujos de lava, etc.; de estos, los flujos piroplásticos y los lahares son los fenómenos que más víctimas causan, mientras que los flujos de lava lo hacen en menor proporción. Adicionalmente, los cambios climáticos que se producen a raíz de las erupciones son causantes de efectos dañinos en la agricultura y ganadería, mismos que a su vez incrementan los índices de mortandad debido a las situaciones de hambruna.

Es importante conocer el comportamiento pasado de un área volcánica activa ya que permite intuir el comportamiento actual de la misma, además constituye el punto de partida para la potencial localización de áreas con mayor vulnerabilidad ante los efectos de un futuro proceso eruptivo; ésta localización se la debe realizar teniendo en cuenta las características de los peligros volcánicos, por ejemplo, las zonas afectadas por los flujos piroplásticos dependen de la intensidad de la erupción y la dirección del viento, así mismo las zonas afectadas por los flujos de lava dependen del foco de salida y del relieve del volcán.

Para cada uno de los peligros volcánicos existentes en una región se debe elaborar un mapa de zonificación, mismo que debe contar con un sistema de vigilancia, ya que la gran mayoría de volcanes presentan señales de actividad antes de ingresar en un proceso propiamente eruptivo; entre las señales más comunes se puede mencionar, presencia de sismos en zonas aledañas, ensanchamiento del cráter, aumento en la frecuencia de emisión de gases y cambios en la

composición química de los mismos. El proceso de medición y registro de datos de cada una de las señales precursoras a un proceso de erupción se denomina Monitoreo que tiene como tecnología base la satelital, específicamente el GPS (*Global Positioning System*), el InSAR (*Interferométrico Synthetic Aperture Radar*) y los Sistemas de Información Geográfica mundialmente establecidos. (Carracedo & Perez, 2015)

A nivel mundial, existen sistemas de alerta que informan sobre el comportamiento eruptivo de un volcán, así como las acciones que deberán ser puestas en marcha por las entidades encargadas del manejo de la emergencia en cada país. Uno de los sistemas de alerta más populares y que se utiliza en el Ecuador es el propuesto en 1987 por la UNDRO, que se detalla en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Estados de alerta de una erupción volcánica

Estado de alerta	Evento observado	Duración	Acciones de entidades encargadas
I (Verde)	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad sísmica local • Ligera deformación en la superficie • Aumento de actividad fumarólica 	Meses o años	<ul style="list-style-type: none"> • Informe a todas las entidades gubernamentales • Actualización de planes de emergencia
II (Amarilla)	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la actividad sísmica local • Mayor tasa de deformación de la superficie 	Semanas o meses	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la disponibilidad de equipo y personal para una posible evacuación • Verificar reservas de suministros de rescate
III (Naranja)	<ul style="list-style-type: none"> • Temblores locales • Actividad eruptiva moderada 	Días o semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Informe a la población sobre las medidas a tomar ante una posible emergencia • Medidas de protección ante caída de ceniza
IV (Roja)	<ul style="list-style-type: none"> • Tremor sísmico de larga duración • Aumento de la actividad eruptiva 	Horas o días	<ul style="list-style-type: none"> • Evacuación de la población de zonas amenazadas

Fuente: (Paniagua & Cruz, 2002)

Realizado por: Diego Barba

En nuestro país, el volcán Cotopaxi es considerado uno de los volcanes más peligrosos debido a la frecuencia de sus erupciones, su estilo eruptivo, su relieve, su cobertura glaciar y por la cantidad de poblaciones potencialmente expuestas a sus amenazas. La peligrosidad del volcán radica en que sus erupciones pueden dar lugar a la formación de enormes lahares y escombros. Desde el inicio de la conquista española, el Cotopaxi ha presentado alrededor de 35 erupciones siendo las más desastrosas las de 1742, 1768, 1877, 1903 y 1942; entre noviembre del 2001 y

enero 2002 se habló de una reactivación, por lo cual La vulcanóloga Patricia Mothes declaró que es necesario capacitar a la población en temas de prevención y formas de actuar frente a una erupción, ya que las avalanchas se desplazan de manera acelerada por los flancos del volcán y, de acuerdo a registros pasados el alcance de las mismas será por el Norte: a San Rafael (Este de Quito) en 45 minutos, al complejo del club El Nacional (Tumbaco) en 1 hora y 21 minutos, al océano Pacífico (Esmeraldas, por los cauces de los ríos Guayllabamba y Esmeraldas) en 20 horas. Por el Sur: a San Ramón (población más cercana) en 17 minutos, a Mulaló en 27 minutos, a Latacunga en 45 minutos, a Salcedo en 1 hora y 20 minutos y Por el Este: a Napo en 4 horas.

De la misma manera, el volcán Tungurahua tuvo erupciones en los años 1970 -1976 dejando daños materiales y económicos para la sociedad, varios años la actividad volcánica se mantenía apagada hasta los primeros días de octubre de 1999, de esta elevación andina salieron columnas de ceniza y bramidos, días después se movilizó aproximadamente a 25 mil personas que vivían en las zonas consideradas de riesgo, como Baños, Penipe, Pondoá y Bilbao. Desde entonces se han registrados varios episodios de alta actividad, identificando al ocurrido en 2006 como uno de los más fuertes pues la ceniza cubrió por completo a la provincia de Tungurahua y gran parte de la de Chimborazo, dejando como resultado seis personas sin vida, varios heridos y la pérdida total de las actividades agrícolas. (Barriga López, 2015)

2.2.1.2 Volcán Tungurahua

El Tungurahua es un volcán adésítico compuesto que tiene un diámetro aproximado de 16000 metros en su base y una altura de 5020 metros sobre el nivel del mar; es parte de la Cordillera de los Andes que atraviesa el Ecuador y está ubicado a 120 Km al sur de la ciudad de Quito, 33 Km al Sureste de Ambato, y 8 Km al Norte de Baños. Si bien, el edificio volcánico actual (Tungurahua III) data de hace aproximadamente 3000 años; solo es a partir del siglo XIV que se tiene registros de la actividad eruptiva del volcán, cada 80 o 100 años, con flujos piroplásticos, caída de ceniza, flujos de lava y lahares.

A lo largo de la historia, los eventos explosivos en la parte superior del volcán, acompañado de flujos piroplásticos y emisiones de ceniza, han sido las principales características de los periodos eruptivos del volcán Tungurahua, como sucedió en las erupciones de 1773, 1886 y 1918. Adicionalmente, y durante cada erupción se producen constantes flujos de lodo y lahares, cuya frecuencia son proporcionales a la intensidad de las lluvias y los vientos.

El período eruptivo del volcán Tungurahua, que persiste hasta la actualidad tuvo sus inicios en la segunda mitad del año 1999, desde entonces se han presentado fases de baja actividad volcánica, caracterizadas por total tranquilidad o leves emisiones de vapor y ceniza; y fases de alta actividad, caracterizadas por explosiones estrombolianas, emisiones de gas y ceniza, expulsión de lava, entre otros. En los meses de julio y agosto del año 2006 se produjeron dos grandes explosiones con formación de flujos piroplásticos que afectaron los flancos occidental y sur occidental del volcán, la emisión y caída de ceniza se vio controlada por los vientos de la región que por lo general van de Oriente a Occidente, fue tal la magnitud que incluso la ciudad de Guayaquil se vio afectada por la ceniza. Una estimación de la afectación que supuso éste fenómeno volcánico, en comparación con el último sismo de escala considerable registrado en el Ecuador, es la que se indica en la Tabla 4-2. (Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional, 2017)

Tabla 2-2: Afectación humana y económica de una erupción volcánica y sismo en Ecuador

	Erupción volcán Tungurahua – Agosto 2006	Sismo Pedernales – Abril 2016
Personas afectadas	321 777	28 678
Personas heridas	53	6 274
Personas fallecidas	5	661
Personas desaparecidas	60	12
Estimación de pérdidas económicas (dólares)	29 millones	2800 millones

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013), (Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016)

Realizado por: Diego Barba

Posterior a esto, la actividad volcánica ha sido intermitente con periodos de hasta un año de inactividad; sin embargo, esta puede iniciarse intempestivamente con fuertes explosiones volcánicas o estrombolianas y emisiones de gas y ceniza como en mayo del 2010, abril del 2011, diciembre del 2012, mayo del 2013, y febrero del 2016.

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional en conjunto con la Secretaría de Gestión de Riesgos, han sido un aporte relevante frente al conocimiento científico relacionado con el actual proceso eruptivo del volcán Tungurahua. En la actualidad, el Tungurahua, cuenta con un completo sistema de monitoreo, considerado el mejor monitoreo del país; ya que analiza la actividad interna y superficial del volcán en tiempo real, no solo desde las instalaciones del Instituto Geofísico sino también desde el Observatorio Vulcanológico Tungurahua (OVT),

encuentran en el interior de la corteza terrestre. Los movimientos de ascenso del magma dan lugar a la actividad volcánica y a los movimientos de las placas terrestres.

Las vibraciones terrestres o sismos son producto de la liberación de energía acumulada en los bordes de las placas, la ruptura de uno de estos bordes genera ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones a partir del hipocentro o foco, mismo puede estar localizado en cualquier punto de la corteza terrestre; directamente sobre el hipocentro se encuentra el epicentro, que es el punto de la superficie terrestre en el que las vibraciones se registran con mayor intensidad. La Figura 2-2 muestra gráficamente la propagación del sismo desde su hipocentro.

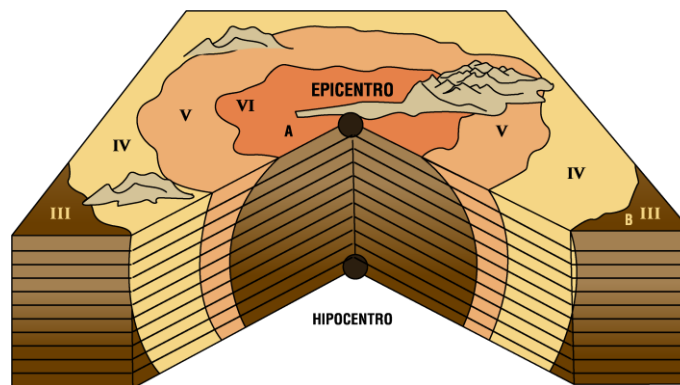


Figura 3-2: Diagrama de propagación de un sismo

Fuente: (Paniagua & Cruz, 2002)

La cantidad de energía liberada en un sismo se la denomina magnitud, y para determinarla se utiliza la Escala de Richter, cuando la magnitud está por debajo de los 6.9 grados en dicha escala se lo considera un sismo leve y cuando es de 7 grados o más se lo considera terremoto. Mientras que para describir la intensidad del sismo se utiliza la Escala Modificada de Mercalli, misma que ayuda a identificar los efectos que provoca en la población y sus viviendas, desde el inicio del sismo hasta sus efectos posteriores. Las Tablas 2-2 y 3-2 muestran los efectos que pueden suceder en durante y después de un sismo en la Escala de Richter y la Modificada de Mercalli, respectivamente. (Paniagua & Cruz, 2002)

Tabla 3-2: Escala de Richter

Magnitud	Efectos del sismo
Menos de 3.5 grados	Ligeramente perceptible, pero es registrado
3.5 a 5.4 grados	Perceptible, ocasiona daños menores
5.5 a 6.0 grados	Ocasiona daños ligeros a edificaciones en áreas pobladas.

6.1 a 6.9 grados	Ocasiona daños severos a edificaciones en áreas pobladas.
7.0 a 7.9 grados	Terremoto, ocasiona daños graves a edificaciones en áreas pobladas.
8.0 o más grados	Gran terremoto, ocasiona destrucción total en áreas pobladas y comunidades cercanas

Fuente: (Paniagua & Cruz, 2002)

Realizado por: Diego Barba

Tabla 4-2: Escala Modificada de Mercalli

Magnitud	Efectos del sismo
I	Apreciable por sismógrafos o personas en condiciones especialmente favorables.
II	Apreciable por personas nerviosas, especialmente en los pisos altos de las edificaciones.
III	Apreciable por pocas personas, especialmente en los pisos altos de las edificaciones; comparable con la vibración originada por el paso de un vehículo pesado.
IV	Perceptible por personas dentro de edificaciones y por pocas fuera de ellas, vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas.
V	Perceptible por personas dentro y fuera de edificaciones, se rompen algunas piezas de vajilla, vidrios de ventanas, etc.; oscilación de árboles, postes y otros objetos altos.
VI	Claramente perceptible por todos; caen objetos pesados de paredes y estantes, se producen grietas techos y paredes.
VII	Advertido por todos, personas atemorizadas huyen hacia las calles; daños ligeros en edificaciones ordinarias y considerables en las débiles, particularmente chimeneas y adornos arquitectónicos.
VIII	Daños ligeros en edificaciones con buen diseño, considerable en edificaciones ordinarias y derrumbe parcial de las débiles; caen chimeneas, columnas, monumentos y muros. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades.
IX	Daños considerables en edificaciones con buen diseño y grandes daños en edificaciones ordinarias; agrietamiento notable del suelo.
X	Destrucción de edificaciones de madera, la mayoría de las estructuras se destruyen con todo y cimientos; agrietamiento considerable del suelo. Deslizamientos en orillas los ríos, lagos y similares.
XI	Destrucción de estructuras de mampostería, puentes destruidos; agrietamiento grave del suelo. Hundimientos, derrumbes y deslizamientos de peñascos en terrenos suaves.
XII	Destrucción de todas las obras hechas por el ser humano, perturbaciones de gran magnitud en áreas rocosas; se forman cataratas, se desvían ríos, se trasladan lagos y similares.

Fuente: (Paniagua & Cruz, 2002)

Realizado por: Diego Barba

2.2.2 Sistemas de Alerta Temprana

Los Sistemas de alerta temprana, también denominados SAT, son un conjunto de herramientas y mecanismos que permiten monitorear e informar sobre situaciones que entrañen cierto nivel de amenaza o peligro en una población. Los SAT constituyen uno de los principales recursos al momento de disminuir el impacto socioeconómico que genera un fenómeno natural de ocurrencia extraordinaria; la eficacia de estos sistemas radica en el nivel de entereza de la población, sobre la existencia de riesgos, y su participación activa en una situación adversa.

La inserción de un Sistema de Alerta en una población, expuesta a cualquier tipo de riesgos, responde al ciclo de respuesta humanitaria ante desastres indicado en la Figura 4-2; en él se muestra la manera cómo la prevención ante la ocurrencia de una catástrofe, la disminución de pérdidas, la preparación frente a posibles consecuencias, la alerta inminente del desastre, la respuesta ante la situación de riesgo, y la recuperación ante los efectos de la misma, se integran todas entre sí. (UNESCO, 2010)



Figura 4-2: Ciclo de Respuesta Humanitaria ante Desastres naturales

Fuente: (UNESCO, 2010)

Su puesta en marcha está orientada a que se tomen los correctivos necesarios por parte de la población, para que los bienes, servicios y recursos sean aprovechados de manera consciente, fomentando el aumento, calidad y disponibilidad de los mismos; todas las actividades realizadas

en este ciclo mantienen una interacción, lo que implica que los resultados obtenidos en las diferentes etapas son consecuencia directa de los resultados obtenidos en las anteriores.

Otra manera de nombrar a los Sistemas de Alerta Temprana es “Sistemas de alerta de principio a fin”; ya que, en su totalidad, abarca el antes, durante y después de los desastres naturales. En la primera fase, que comienza antes del desastre, se ejecutan las etapas de prevención, mitigación, preparación y alerta; en segunda instancia, y ya durante la ocurrencia del desastre, se ponen en marcha los procesos de respuesta, como son: evacuación de lugares que entrañen mayor riesgo, búsqueda y rescate de personas desaparecidas, etc. Finalmente, posterior al acontecimiento del desastre, se ejecutan las acciones de rehabilitación y reconstrucción a corto, mediano y largo plazo, principalmente de infraestructuras. (UNESCO, 2010)

Existen cuatros aspectos fundamentales que intervienen en los SAT y que se los detallan a continuación:

✓ Conocimiento del riesgo

Recolección de datos por medio de evaluaciones y entrevistas; que permitan conocer bien las amenazas y vulnerabilidades a las que está expuesta una población, cuáles son sus patrones de afectación, y si se cuenta o no con mapas de riesgo.

✓ Respaldo técnico para el servicio de alerta

Desarrollo de servicios de monitoreo, estudio, seguimiento y evaluación de una amenaza; por parte de instituciones científicas y técnicas, que garanticen que la información tenga un sustento científico previo a su difusión.

✓ Difusión y Comunicación

Información clara y precisa sobre la importancia del conocimiento de los riesgos, amenazas, medidas de prevención y planes de emergencia, que concientice a las autoridades y habitantes de una población.

✓ Capacidad de respuesta

Preparación y organización de planes de respuesta actualizados ante fenómenos naturales, en los cuales intervienen entidades nacionales, locales, comunitarias y los habitantes. (UNESCO, 2010)

2.2.2.1 Situación actual de los Sistemas de Alerta Temprana en el Ecuador

En Ecuador, el ente encargado de gestionar los Sistemas de Alerta Temprana es la Secretaría de Gestión de Riesgos, cuya función es proteger a las personas, la colectividad y la naturaleza ante los efectos negativos de los desastres de origen natural.

Todas las instituciones involucradas en el manejo de las situaciones de riesgo que se susciten en el país, sean públicas o privadas, forman el denominado Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR), mismo que debe cumplir obligatoriamente con los siguientes acápites:

Autoprotección.- “Todas las personas tienen la responsabilidad de reducir la exposición y sensibilidad ante amenazas y de mejorar su capacidad de funcionamiento y recuperación ante eventos adversos”.

Complementariedad durante emergencias y desastres.- “Los comités de gestión de riesgos y las entidades públicas y privadas deben complementar los esfuerzos de otras entidades dentro y fuera de su ámbito territorial, bajo la coordinación de la SGR, de modo tal que contribuyan a atender eficientemente las emergencias”.

Eficiencia.- “Los recursos públicos asignados para la gestión de riesgos deben responder a los criterios de protección de la vida humana. Las acciones de asistencia humanitaria a cargo de las entidades obligadas a prestarla para los diversos eventos adversos deben brindarse con la celeridad establecida en los protocolos vigentes”.

Enfoque en las prioridades.- “La gestión debe estar orientada a reducir la vulnerabilidad frente a los factores de riesgo identificados como prioritarios en cada institución y territorio”.

Responsabilidad.- “Quienes generen eventos adversos por acción u omisión deberán responder por sus efectos, según su grado de responsabilidad, de conformidad con la Constitución de la República y la normativa aplicable”.

Transversalidad.- “Todas las instituciones públicas, privadas deben incorporar obligatoriamente en forma transversal la gestión de riesgos en su planificación y operación”.
(Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2015)

Actualmente, el protocolo con que se manejan las situaciones de emergencia ante fenómenos naturales en el Ecuador es el que se diagrama en la Figura 5-2, mismo que consta de los siguientes pasos: registro de datos generados por los instrumentos de monitoreo, transmisión de

los datos registrados, análisis y validación de la información, coordinación y establecimiento de la alerta, y finalmente la activación y difusión de la alerta.



Figura 5-2: Protocolo de comunicación para gestionar los sistemas de alerta en Ecuador

Fuente: (Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2015)

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional es el ente científico encargado de monitorear constantemente las amenazas, y de producirse alguna alteración en las mediciones de la misma se remite la información pertinente a la Secretaría de Gestión de Riesgos; estas mediciones se las realiza a través de un sistema de monitoreo de punta, ubicado en puntos estratégicos a lo largo de todo el país.

La SGR, como ente encargado de generar las alertas, analiza la información proporcionada por el IG – EPN, y determina la posible ocurrencia o no de la amenaza monitoreada; de ser el caso valida la información y coordina la emisión de la alerta a través de las Unidades de Monitoreo y Eventos Adversos (UMEVA), ubicadas en las salas operativas del Servicio Integrado de seguridad ECU911.

Al recibir la información de la alerta, el ECU911 se encarga de difundir a la ciudadanía la ocurrencia del fenómeno y de coordinar las acciones que se realizarán por parte de entidades como la Cruz Roja Ecuatoriana, la Policía Nacional, las Fuerzas Armadas, el Cuerpo de Bomberos, entre otras; ya que es el punto donde todas estas convergen.

En este punto, los Comités de Operaciones de Emergencias cantonales (COE) y la ciudadanía en general deben poner en práctica los planes de evacuación y manejo de la emergencia suscitada. (Zavala, 2017)

2.2.3 *Televisión Digital Terrestre*

A la televisión se la puede considerar como un sistema de transmisión de contenidos audiovisuales en tiempo real; específicamente, la televisión digital realiza dicha transmisión

codificando de forma binaria las señales de audio y video. Este nuevo sistema de televisión puede presentarse de distintas maneras, dependiendo del modo y el medio de transmisión, como puede ser: Televisión Digital por cable, Televisión Digital por satélite y Televisión Digital terrestre.

La Televisión Digital Terrestre (TDT) es un sistema de difusión de información de acceso prácticamente universal, ya que sus transmisiones son de tipo punto a multipunto y pueden ser de acceso libre y gratuito, o por suscripción. Los flujos de información se los transmite a través del aire utilizando técnicas de modulación digital que ocupan una porción del espectro radioeléctrico, esta porción puede ser de 6, 7 u 8 MHz de ancho de banda, dependiendo de la canalización de cada país. Las transmisiones de la televisión analógica deberán ser remplazadas en su totalidad por las de TDT, de acuerdo con el cronograma para el apagón analógico, que está dispuesto hasta diciembre del 2018 en el Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador. (Barba, 2014)

A continuación se detallan algunos de los beneficios que presenta esta tecnología digital frente a la analógica:

✓ **Aprovechamiento del espectro radioeléctrico**

Al concentrar más señales en las mismas bandas de frecuencia e incluso utilizando canales adyacentes, libres en la televisión analógica, ya que las señales digitales son menos vulnerables a ruidos e interferencias. Esta leve vulnerabilidad se debe a varios aspectos, como los esquemas de protección en el flujo de datos transmitidos (*Foward Error Correction*) que los utiliza el receptor para corregir errores producidos en el trayecto de la señal; y a la disposición aleatoria de los datos al momento de la transmisión, para que los efectos provocados por el ruido se distribuyan al azar y no de manera consecutiva, teniendo una mayor probabilidad de recuperar los datos que se vieron afectados. (Frenzel, 2003)

✓ **Transmisión de contenidos en alta definición (HD), con una notable mejora en la calidad de audio y video.**

La TDT permite que la calidad de la señal permanezca constante en toda el área de cobertura; y solo cuando existe un deterioro significativo de la misma, tanto que los sistemas de corrección de errores no puedan recuperarla, se produce un corte abrupto de la transmisión.

De acuerdo a la resolución y calidad de la señal digital transmitida, ésta se clasifica en:

- LDTV (*Low Definition Television*), señal de baja resolución (320 x 240 pixeles) utilizada en transmisiones para dispositivos móviles.
- SDTV (*Estándar Definition Television*), señal de resolución estándar (720 x 576 pixeles) empleada comúnmente para multiprogramación.
- EDTV (*Enhanced Definition Television*), señal de resolución mejorada o intermedia (1280 x 720 pixeles) también utilizada en multiprogramación.
- HDTV (*High Definition Television*) señal de alta resolución (1920 x 1080 pixeles) utilizada para transmitir imágenes de gran calidad. (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

✓ **Integración de contenidos con Internet**

Que puede ser información relacionada o totalmente independiente de la programación, ya que los receptores pueden tener conexión a Internet a través de una interfaz Ethernet generando un canal de retorno para una comunicación bidireccional entre la estación transmisora y el usuario. Alguno de los servicios adicionales que pueden ofrecerse con esta integración son: Aplicaciones que se ejecuten en cualquier momento, Posibilidad de grabar la programación Alarmas y Alertas tempranas, Compras y Transacciones en tiempo real, así como información de Eventos culturales, musicales, deportivos, entre otros. (Cubero, 2009)

✓ **Servicios asociados con la interactividad**

Esto se logra al emitir información adicional desde la estación transmisora, los datos son cargados en el receptor del usuario y pueden ser visualizados en simultáneo con la programación transmitida.

Existen dos tipos de Interactividad, la local y la completa; la interactividad local consiste en aplicaciones que se instalan en el receptor con la señal transmitida, sin necesidad de conexiones adicionales, comúnmente están enfocadas a brindar al usuario información relevante de momento, como estadísticas deportivas o avisos de emergencia. Mientras que la interactividad completa, si necesita una conexión a Internet para establecer el canal de retorno entre el receptor la estación, dicha interactividad puede ocuparse para votaciones en programas en vivo o compra de productos.

Además, a través de las mismas se puede visualizar módulos de subtítulo (CC), así como guías de programación electrónica (EPG).

✓ Multiprogramación

Al permitir la transmisión de varias señales ocupando el mismo ancho de banda o canal que la televisión analógica; aquí se debe considerar que la TDT transmite tres tipos de flujos binarios como son: el video y audio correspondientes a la programación, los datos que corresponden a información adicional, la codificación y sincronización destinados a proteger los flujos útiles de las interferencias y detectar el esquema de transmisión utilizado. Algunas de las alternativas para la utilización del ancho de banda de un canal de televisión de 6 MHz es la que se muestra en la Figura 6-2.

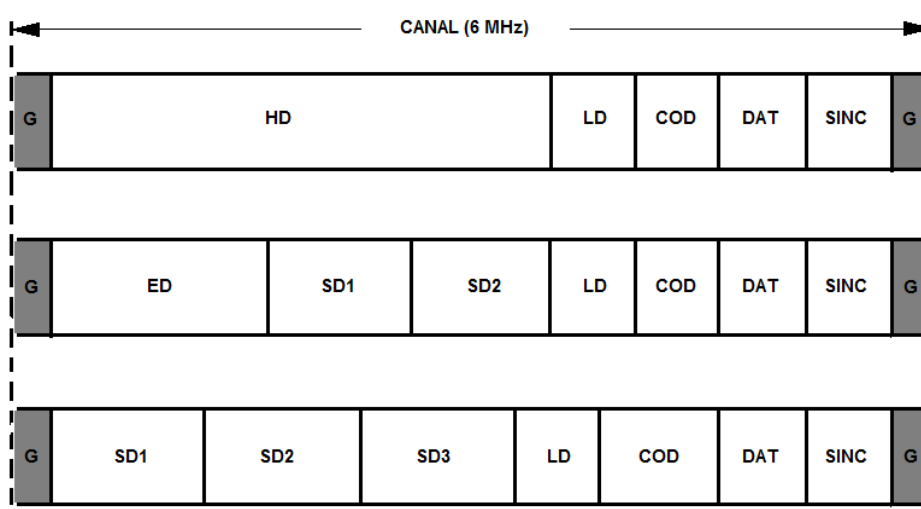


Figura 6-2: Esquema conceptual de utilización del ancho de banda disponible

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Como se observa, cada flujo de información ocupa una parte del espectro disponible en el canal; en la parte inferior y superior del mismo se encuentran los intervalos de guarda (G) como espacios de protección, el video y audio dependiendo de la calidad requerida (HD/ED/SD/LD), datos adicionales (DAT), codificación (COD) y sincronización (SINC). (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

✓ Portabilidad en varios tipos de dispositivos

La TDT ha sido incorporada a televisores con sintonizador incluido, decodificadores fijos o portables e incluso teléfonos móviles compatibles con el estándar, ya que la tecnología digital y el servicio de telefonía móvil brindan esta posibilidad; como en Japón, país en el que los máximos de audiencia se registran en las horas de almuerzo, precisamente usando dispositivos móviles.

✓ **Implementación de Redes de Frecuencia Única (SFN)**

Que permiten ampliar el área de cobertura y mantener la uniformidad de los niveles de intensidad de campo dentro de la misma; todas las señales deben ser transmitidas con la misma frecuencia que la estación principal en toda el área de interés, efectivizando el uso del espectro radioeléctrico. Esta configuración de frecuencias no afecta la recepción en zonas de solapamiento, ya que los transmisores son sincronizados para que la o las señales lleguen al receptor dentro del tiempo asignado para el intervalo de guarda.

Además; permite una disminución de costos de los equipos de transmisión y del consumo eléctrico, ya que los niveles de potencia requeridos para lograr un área de cobertura igual a la de los sistemas analógicos son más bajos. (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

2.2.3.1 Estándares de Televisión Digital Terrestre

Los estándares de TDT se diferencian entre sí por varios aspectos tecnológicos como, la transmisión y codificación de las señales, o la plataforma sobre la que se desarrolla; cada uno de estos estándares responden a distintos modelos de migración de lo analógico a lo digital, teniendo como principal objetivo fortalecer y mejorar la calidad del servicio de televisión tradicional. A raíz de que la Comisión Federal de Comunicaciones, en 1993, tomó la decisión de digitalizar las señales de televisión, se han desarrollado cuatro normas oficiales y algunas versiones de las mismas, que se detallan en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Descripción de los Estándares mundiales de TDT

Estándar	Descripción	Origen
ATSC	<i>Advanced Television Systems Committee</i>	Estados Unidos
DVB-T	<i>Digital Video Broadcasting - Terrestrial</i>	Europa
ISDB-T	<i>Integrated Services of Digital Broadcasting - Terrestrial</i>	Japón
ISDB-Tb	ISDB-T con modificaciones propuestas por Brasil	Brasil
DMB-T	Digital Multimedia Broadcasting - Terrestrial	China

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Realizado por: Diego Barba

Teniendo en cuenta la cantidad de portadoras que se utilizan para la transmisión de las señales y la manera en que cada una de estas portadoras se distribuye en el ancho de banda disponible del

canal, los estándares pueden clasificarse en dos grupos que se indican en la Tabla 6-2. (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Tabla 6-2: Clasificación por portadoras de los Estándares de TDT

CLASIFICACION		ESTANDAR	CARACTERISTICAS
Portadora Única		ATSC	El flujo de bits se transmite modulando una portadora con 8 niveles de amplitud en banda lateral vestigial.
Multiportadora	Banda no segmentada	DVB-T DVB-T2 DMB-T	El flujo de bits se transmite distribuyéndose sobre miles de portadoras que ocupan la totalidad del ancho de banda disponible
	Banda segmentada	ISDB-T ISDB-Tb	El flujo de bits se transmite en miles de portadoras, las cuales se encuentran agrupadas en 13 segmentos, cada flujo se distribuye en agrupamientos de segmentos.

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Realizado por: Diego Barba

Pese a la clasificación antes descrita; todas las normas propuestas son similares en su estructura funcional, ya que se manejan a través de cinco bloques que se muestran en Figura 7-2 y que son:

- ✓ **Codificación:** Codifica digitalmente las señales de audio y video para disminuir la velocidad de transferencia sin que esto signifique una pérdida de calidad.
- ✓ **Multiplexor:** Establece el flujo de transporte con la información de las señales de audio, video y datos, entrelazando las mismas y agregando servicios adicionales como interactividad y guías de programación.
- ✓ **Codificación de canal:** Protege la información de situaciones adversas presentes en el canal de comunicación como ruido e interferencias; para esto se agregan bits de redundancia a las secuencias de datos, luego se los distribuye de manera aleatoria y se los entrelaza.
- ✓ **Modulación:** Especifica la manera con que se transmiten los datos binarios, utilizando esquemas de modulación digital con una o varias portadoras. Al igual que en la codificación de canal, se añade información para la sincronización y luego se realiza un entrelazado de frecuencia y tiempo para mejorar la inmunidad frente a interferencias.
- ✓ **Conversión-amplificación de RF:** Atenúa las señales no deseadas sobre los canales adyacentes, luego convierte las señales de frecuencia intermedia (FI) a señales que se transmiten con la frecuencia asignada para el canal; finalmente, amplifica la potencia de las mismas hasta alcanzar niveles que permitan llegar a toda el área de cobertura. (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

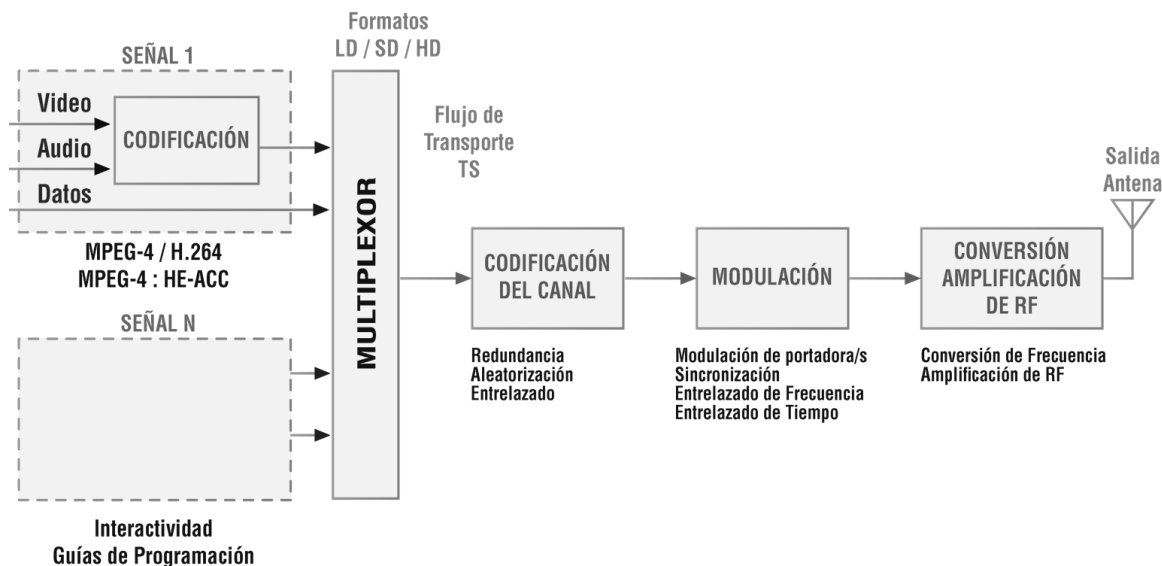


Figura 7-2: Bloques funcionales del proceso de transmisión de la TDT

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

2.2.4 Estándar ISDB-Tb

El estándar Japonés ISDB-T, desarrollado por la Asociación de Empresas e Industrias de Radio de ese país (ARIB), está pensado esencialmente para transmisiones terrestres de televisión ya que ofrece el establecimiento de jerarquías en el transporte de señales, brindando varios parámetros de calidad en las mismas. Esta norma permite la transmisión de gráficos, textos, programas informáticos, guías de programación, además del audio y video propios de la señal; esto se logra al emplear una Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal con transmisión en banda segmentada, denominada BST-OFDM, misma que también es aprovechada en la difusión de señales compatibles con dispositivos móviles y portátiles, utilizando solo uno de los segmentos del canal.

En el año 2006, el Gobierno brasileño adopta el estándar japonés ISDB-T como norma para la emisión de la TDT, posteriormente se realizaron algunas modificaciones con la finalidad de adecuar el estándar a las necesidades tecnológicas, políticas y económicas del país; es así que en el año 2007 mediante Decreto N° 5820 se implementó el Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre o ISDB-T Internacional. Junto con ésta implementación se firmaron acuerdos de colaboración técnica entre los gobiernos involucrados, uno de los cuales consiste en difundir el estándar en toda Sudamérica con el objetivo de promover investigaciones relacionadas con la televisión; bajo esta consigna, casi todos los países de la región han adoptado el estándar Nipo-Brasileño exceptuando a Colombia, Guyana y Surinam. (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

El estándar ISDB-Tb ha sido certificado oficialmente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, así como el Middleware GINGA como recomendación internacional para interactividad en televisión digital.

2.2.4.1 Características y especificaciones técnicas del estándar ISDB-Tb

La organización por capas del sistema ISDB-T Internacional permite que las acciones realizadas en las capas inferiores sirvan de base para cada una de las superiores; es así que la estructura del estándar comienza desde la capa de transmisión, continua con la de multiplexación, la de compresión, luego la middleware y finalmente la de aplicación, esta distribución se indica más detallada en la Figura 8-2. (DiBEG, 2007)

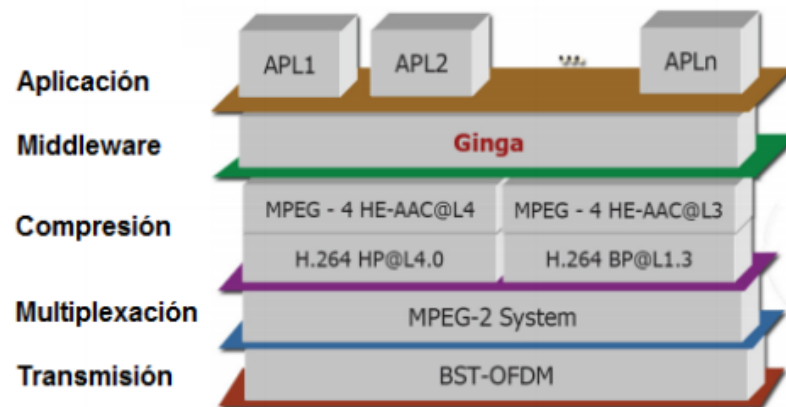


Figura 8-2: Estructura del estándar ISDB-Tb

Fuente: (DiBEG, 2007)

Capa de Transmisión

Permite la transmisión de información digitalizada a través del espectro disponible; el ancho de banda asignado para un canal de televisión en Ecuador es de 6 MHz, mismos que para la aplicación del estándar deben ser divididos en 14 segmentos, cada uno de los cuales tienen un ancho de banda de 428.57 KHz, dando origen a la denominada BST-OFDM u OFDM con Transmisión de Banda Segmentada.

La distribución de los 14 segmentos en los 6 MHz de ancho de banda del canal se muestra en la Figura 9-2, en la que se puede apreciar que solo 13 de los 14 segmentos son utilizables ya que uno fue repartido entre los intervalos de guarda superior e inferior del canal; el segmento central

está destinado para la difusión de señales hacia receptores móviles, mientras que los 12 segmentos restantes se destinan para la transmisión de señales hacia dispositivos fijos.

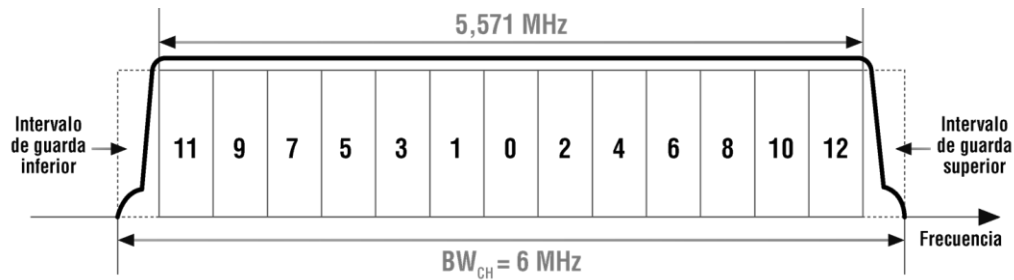


Figura 9-2: Segmentación del ancho de banda disponible en un canal de 6MHz.

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Capa de Multiplexación

Es también llamada capa de transporte y es la encargada de generar un único flujo de transporte de información de señales de audio, video y datos denominado *Transport Stream (TS)*, este flujo contiene una secuencia digitalizada de dichas señales, que en un principio se manejan con tasas de bits bastante elevadas y que después del proceso de codificación se reducen y se forma el primer *TS*; en el caso de que se transmitan varias programaciones se generan varios *TS* adicionales, mismos que son combinados en el multiplexor, obteniendo a su salida un flujo único llamado *Transport Stream MPEG-2*.

Finalmente, y para poder enviar la información hacia la planta transmisora, se remultiplexa el flujo de transporte de entrada con paquetes de transporte nulos, con la finalidad de mantener una tasa de transmisión constante, obteniéndose a la salida un *Broadcast Transport Stream*. Este proceso del que resulta el BTS se muestra gráficamente en la Figura 10-2. (Asociación Brasileña de Normas Técnicas, 2007)

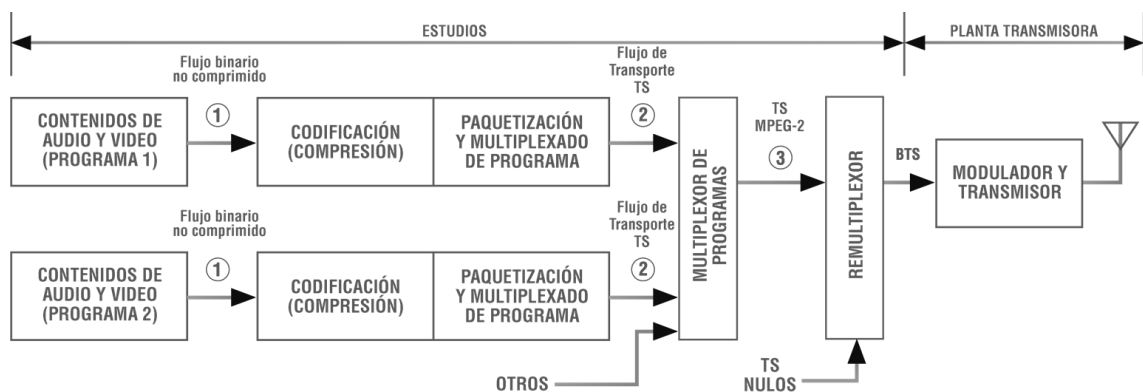


Figura 10-2: Generación del flujo de transporte de difusión a transmitirse

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Capa de Compresión

Se encarga de eliminar redundancias temporales y espaciales de las señales audiovisuales, disminuyendo en gran medida la cantidad de datos necesarios para su almacenamiento y transmisión, sin que esto signifique una pérdida en la calidad de las señales; para esto se utiliza la técnica MPEG-4 de compresión, misma que organiza los objetos según su frecuencia de repetición, como son: imágenes fijas, música ambiental, personas hablando, etc.

Específicamente, para la compresión de video se utiliza el formato H.264/MPEG-4, ya que ofrece una calidad de imagen nítida durante la visualización en tiempo real; por su parte, en la compresión de audio se utiliza la variante MPEG-4:HE-AAC, que mejora la codificación de audio en receptores fijos y móviles. (Ochoa-Domínguez, Mireles-García, & Cota-Ruiz, 2007)

Capa Middleware

Corresponde al software intermedio entre el hardware y el sistema operativo; permite la integración de todas las capas inferiores de la estructura, así como la ejecución de un sin número de utilidades para el desarrollo de contenidos y aplicaciones interactivas, independientemente del tipo de receptor y plataforma que se utilice. El middleware oficial del estándar ISDB-Tb es el denominado Ginga, mismo que se lo detalla a profundidad en el apartado 2.2.6.

Capa de Aplicación

Es la capa que permite la ejecución y presentación de las señales de audio, video y datos, en televisores que cuenten con sintonizador ISDB-T integrado, Set-Top Box, o dispositivos móviles compatibles con el estándar.

2.2.5 Middleware GINGA

El Middleware Abierto Ginga para la norma ISDB-Tb surge con el desarrollo de proyectos de investigación coordinados por los laboratorios Telemidia en la PUC-Rio y LAViD en la UFPB. Ginga está formado por un conjunto de tecnologías estandarizadas e innovaciones brasileñas que lo convierten en la especificación middleware más avanzada. (Comunidad Ginga, 2007)

2.2.5.1 Arquitectura Ginga

El núcleo común Ginga (*Ginga Common Core*) está compuesto por decodificadores de contenidos interactivos y por las instrucciones que estos necesitan para poder formar el *Transport Stream* destinado a esta función. El núcleo común también debe soportar los distintos tipos de aplicaciones para que las mismas puedan ser visualizadas, tal como se describe en la norma ABNT NBR 15606-2.

La capa middleware Ginga fue desarrollada para que los receptores ISDB-Tb puedan ejecutar las aplicaciones que se transmiten junto con las señales de TDT. La Figura 11-2 muestra la arquitectura del middleware Ginga, misma que también puede emplearse en sistemas de Televisión Digital por Cable o Satélite.

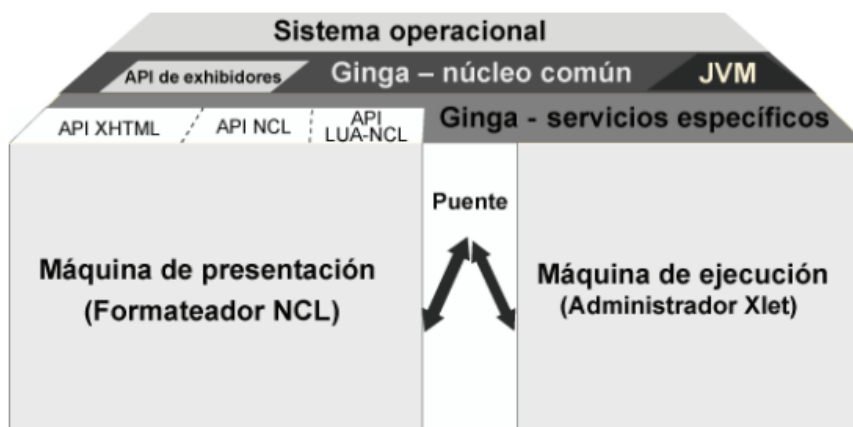


Figura 11-2: Arquitectura Ginga

Fuente: (Asociación Brasileña de Normas Técnicas, 2009)

El núcleo común Ginga hace las veces de subsistema lógico encargado de abastecer toda la funcionalidad de los ambientes declarativos (Ginga-NCL) e imperativos (Ginga-J). La arquitectura de este sistema permite únicamente que el módulo Ginga-CC sea adaptado a la plataforma donde se lo implementará.

Por otra parte, el Ginga-CC provee un nivel de abstracción de la plataforma de hardware y del sistema operativo, esto le permite interactuar con el acceso al sintonizador de canal, con el sistema de archivos, el terminal gráfico, entre otros. En la Figura 12-2 se detallan los componentes más importantes del subsistema Ginga-CC.



Figura 12-2: Subsistema *Ginga Common Core*

Fuente: (Asociación Brasileña de Normas Técnicas, 2009)

- ✓ **Sintonizador:** Es el responsable de sintonizar un canal, seleccionando un canal físicamente dentro del *Transport Stream* enviado.
- ✓ **Filtro de secciones:** Una vez sintonizado, el middleware debe acceder a partes específicas del *Transport Stream*; para esto existe el Filtro de Secciones, capaz de buscar en el flujo lo necesario para su ejecución.
- ✓ **Procesador de datos:** Es el elemento responsable de acceder, procesar y reenviar los datos recibidos por la capa física.
- ✓ **Persistencia:** Una vez finalizado el proceso, se almacenan y guardan los archivos para poder reutilizarlos.
- ✓ **Iniciador de aplicaciones:** Gestiona las aplicaciones, carga, configura e inicializa cualquier aplicación, tanto declarativa como imperativa.
- ✓ **Gestor de gráficos:** Los estándares del middleware definen como se deben mostrar las imágenes, videos y los datos a los usuarios, esto gestionando las presentaciones.
- ✓ **Gestor de actualizaciones:** Gestiona las actualizaciones del sistema, verificando, y descargando las actualizaciones del middleware.
- ✓ **Visualizador de medios:** Proporciona herramientas necesarias para visualizar los archivos multimedia recibidos. (Barba, Carrión, & Barreno, 2016)

2.2.5.2 Ambientes de presentación Ginga

Como ya se mencionó, Ginga soporta dos tipos de aplicaciones o ambientes, las declarativas e imperativas. Las aplicaciones declarativas pertenecen al subsistema lógico de Ginga, encargado procesamiento de documentos NCL; una característica esencial de este ambiente es la manera como el contenido declarativo se interpreta. Por su parte, las aplicaciones imperativas pertenecen al subsistema lógico encargado del procesamiento de contenidos activos, en el cual para su ejecución es necesaria una máquina virtual Java.

Ginga-NCL

Ginga-NCL tiene como objetivo proporcionar una presentación de la infraestructura para aplicaciones declarativas escritas en NCL (*Nested Context Language*). NCL es un lenguaje de aplicación basado en el estándar XML, que cuenta con subestructuras para la especificación del tipo de interactividad, sincronización espacial y temporal entre los objetos de comunicación, capacidad de adaptación, soporte para múltiples dispositivos, y la producción de programas interactivos en tiempo real.

NCL se basa en el modelo NCM (*Nested Context Model*), que en forma general se compone de nodos y enlaces; donde cada nodo representa un objeto multimedia y cada enlace representa una relación entre dichos objetos. A partir de esto, se puede establecer la organización de un documento hipermedia para el subsistema Ginga-NCL respondiendo las siguientes cuestiones.

✓ **¿Qué vamos a mostrar?**

El contenido de un documento hipermedia, que pueden ser videos, imágenes, textos, etc.; un archivo de este tipo debe colocarse en un contexto previamente establecido, mismo que se utiliza para presentar una porción de la aplicación.

El lenguaje NCL detalla la estructura y relación, en tiempo y espacio, de cada uno de los contextos creados, sin limitar el formato de los archivos que estén incluidos en cada uno; es así que puede soportar formatos como: MPEG, mov, mp3, wma, gif, jpeg, txt, pdf, HTML, scripts Lua, entre otros.

✓ **¿Dónde lo vamos a mostrar?**

Después de definir el contenido multimedia, se establecen las áreas en donde se mostrará cada documento en la pantalla, esto por medio de elementos denominados regiones. Una región sirve para inicializar la posición de una media en una ubicación específica.

✓ **¿Cómo lo vamos a mostrar?**

Los datos de una región deben ser complementados con información de cómo cada nodo será presentado; esta descripción se la realiza a través de descriptores. Un descriptor puede detallar parámetros de presentación de los nodos, incluyendo la región, su transparencia, tiempo de duración, entre otros.

✓ **¿Cuándo lo vamos a mostrar?**

Aquí se debe definir cuál será el primer nodo que debe ser presentado y el orden de ejecución de los demás, esto se logra con un puerto que define los medios que serán presentados cuando un contexto inicie. (Barba, Carrión, & Barreno, 2016)

Definidos estos parámetros, el contenido del documento NCL puede establecerse de la siguiente manera:

- ✓ Encabezado NCL
- ✓ Una sección del encabezado, que define las regiones, los descriptores, los conectores y las reglas utilizadas por la aplicación.
- ✓ El cuerpo del programa, donde se definen los contextos, los nodos, enlaces y otros elementos que describen el contenido y la estructura del programa.
- ✓ La terminación del documento.

Ginga-J

Los lenguajes imperativos se caracterizan por ofrecer mayor control del código a los desarrolladores, además de ser menos ambiguo en comparación con los lenguajes declarativos. Es responsable del procesamiento de aplicaciones procedurales escritas en lenguaje Java, estas aplicaciones tienen una interfaz que permite que un agente externo las inicie, pare y controle de varias maneras. (Barba, Carrión, & Barreno, 2016)

2.2.6 EWBS, *Emergency Warning Broadcasting System*

El Sistema de Transmisión de Alerta de Emergencias (EWBS) es uno de los principales beneficios ofrecidos por el estándar ISDB-Tb; permite la emisión de una señal de emergencia, durante la ocurrencia de un fenómeno natural, desde la estación televisiva hasta los dispositivos

receptores, independientemente si estos están encendidos o en modo de espera. Este Sistema tiene como objetivo prevenir y disminuir las pérdidas, humanas y materiales, causadas por fenómenos naturales, entregando información oportuna a la población afectada, a través de un medio de comunicación masivo como es la televisión. (Sakaguchi, Yoshimi, & Marayuma, 2013)

La información emitida por la estación puede presentarse a través de textos independientes o propiamente con el programa; cabe destacar que la señal EWBS está constituida por una bandera de activación (*flag activation*) y un descriptor de la emergencia en la tabla del mapa de la programación transmitida (PMT). Finalmente, la alerta de emergencia se muestra por superposición de datos, solamente en los receptores que se encuentren en el área de cobertura correspondiente al código indicado. Todas las funciones descritas del sistema EWBS se esquematizan en la Figura 13-2. (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

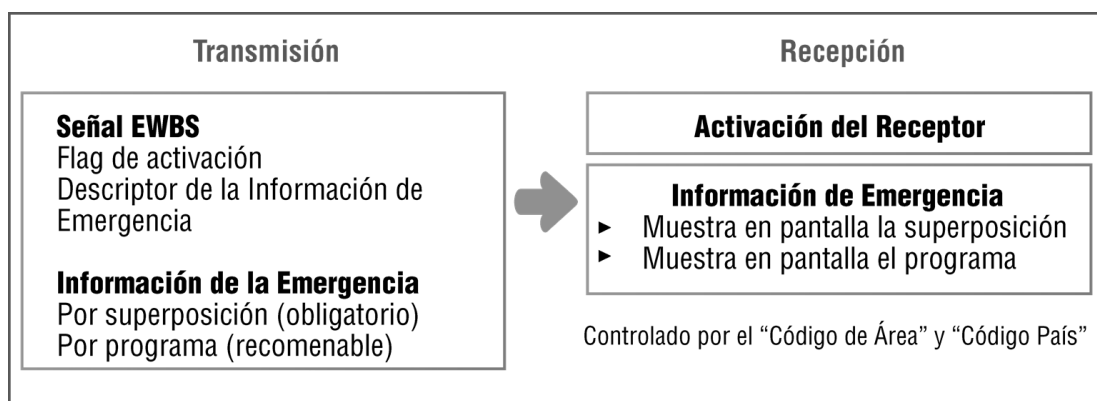


Figura 13-2: Funciones básicas del Sistema EWBS

Fuente: (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

El estándar ISDB-Tb define el uso de la señal de Control de Multiplexación y Transmisión, también llamada TMCC, en la que se especifica información como: el modo de transmisión, intervalo de guarda, esquemas de modulación y codificación, cantidad de segmentos, activación de alertas, etc., misma que es necesaria para garantizar la comunicación entre el transmisor y los receptores. Esta señal TMCC junto con otra información relacionada con la sincronización forman un único *Transport Stream* denominado *ISDB-Tb Information Packet* (IIP), que luego será remultiplexado con los demás flujos de transporte, formando el *Broadcast Transport Stream* (BTS) definitivo; la estructura de los paquetes en la etapa final del BTS es la que se muestra en la Figura 14-2. (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

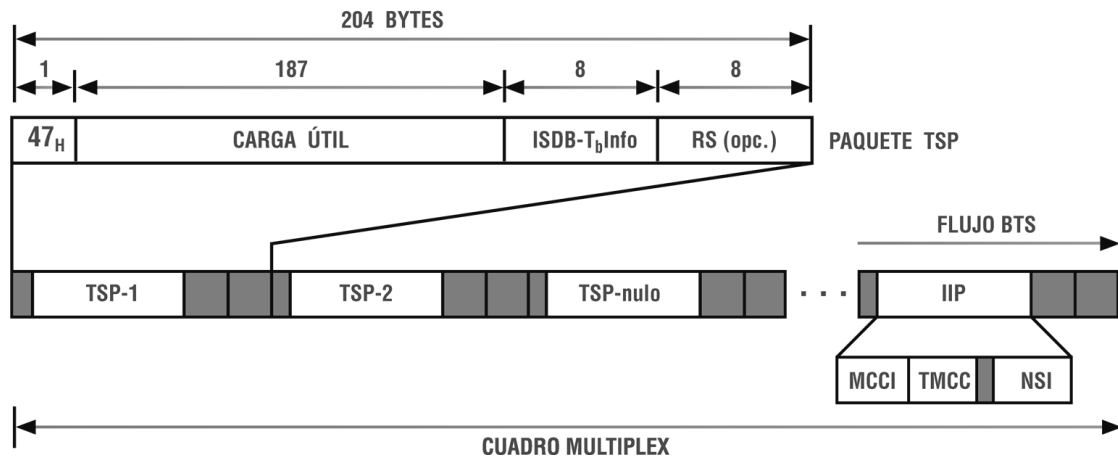


Figura 14-2: Estructura de los paquetes TS, flujo BTS y cuadro multiplex

Fuente: (Pisciotta, Liendo, & Lauro, 2013)

Bandera de activación (*flag activation*)

Representa una parte de la Señal de Control de Multiplexación y Transmisión, ocupa solamente un bit de los 204 que conforman el paquete IIP, específicamente el bit 26 correspondiente al sistema de alertas de radiodifusión; los valores que pueden ser asignados son “1” y “0”, cuando está disponible el control de inicio de alerta de emergencias y cuando no se cuenta con el control, respectivamente.

Descriptor con información de la emergencia

El descriptor que contiene la información relacionada con la emergencia tiene una longitud de 64 bits, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: 16 bits que definen la longitud y etiqueta del descriptor, otros 16 bits para indicar el número del evento de transmisión, 1 bit correspondiente al control de inicio y final de la señal EWBS, 1 bit que define el tipo de señal de alerta, 8 bits que indican el tamaño asignado al código de área, 12 bits correspondientes al código de área como tal, y los últimos 10 bits se los reserva para futuras aplicaciones del descriptor. (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

2.2.6.1 Transmisión de la señal EWBS

La señal EWBS tiene su origen en la capa de transmisión del estándar ISDB-Tb, misma que debe poseer una mayor robustez que garantice una transmisión y recepción constantes. En la generación de esta señal se deben tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- ✓ El descriptor en el que se incluye la información sobre la emergencia debe ser transferido a la PMT para todos los servicios; en este descriptor se incluirá, las condiciones de inicio y final del EWBS, así como el código de identificación de área y de servicio. Además, se debe establecer el *flag activation* en “1” para el Sistema de Alerta dentro de la Señal TMCC que será emitida por la estación.
- ✓ Los mensajes de texto que contienen información relacionada con la emergencia, pueden ser incluidos de manera sobrepuesta a la programación. Por su parte, los programas con información adicional deben ser transmitidos sobre el propio servicio de transporte de la señal EWBS.
- ✓ Cuando la señal de alerta se detiene, el *flag activation* debe cambiar su valor lógico a “0” y el descriptor con la información de la emergencia debe eliminarse de la tabla PMT.

Independientemente de si se utiliza o no el sistema EWBS, el descriptor con información de la emergencia debe ser transmitido en la tabla PMT de manera obligatoria. La información contenida en el descriptor es invariable, por lo que si se desea cambiar algún parámetro se lo puede hacer deteniendo la señal de alerta, es decir colocando el *flag* de activación en cero y eliminando el descriptor de la tabla; luego se vuelve a incluir el descriptor modificado y posteriormente se vuelve a activar el *flag*.

La Figura 15-2 esquematiza el funcionamiento de la etapa de transmisión del sistema EWBS, mismo que ha sido incluido en la señal emitida por una estación que ofrece servicios de multiprogramación. (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

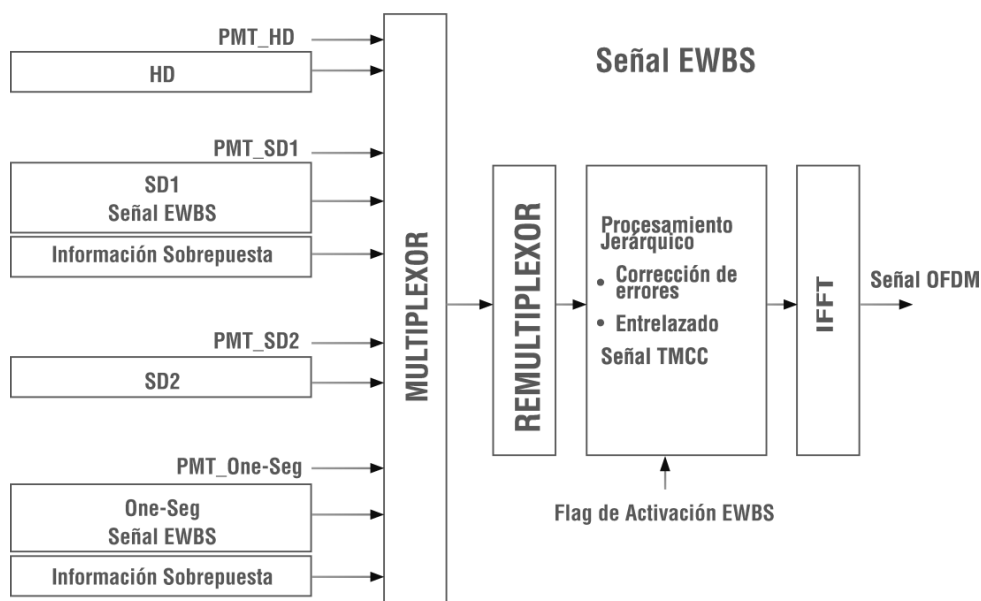


Figura 15-2: Diagrama de transmisión incluyendo una señal EWBS

Fuente: (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

2.2.6.2 Recepción de la señal EWBS

Las señales del sistema EWBS que llegan a los receptores, fijos y móviles, deben mostrarse en la pantalla de los mismos, ya sea con textos superpuestos a la señal propia de televisión o como información adicional contenida en ella; además los dispositivos deben contar con la capacidad de ejecutar ciertas funciones que se describen en la Tabla 7-2.

Tabla 7-2: Especificación de las funciones que debe tener un receptor ISDB-Tb

Función	Receptores Fijos		Receptores móviles	
	Televisión con sintonizador integrado	Set-Top Box	One-seg	Exclusivo para EWBS
Inicio automático	Recomendado	Recomendado	Recomendado	Recomendado
Preset del código de área	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Superposición	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Decodificación del programa	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	--

Fuente: (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

Realizado por: Diego Barba

Ya en la etapa de recepción propiamente dicha, los receptores deben monitorear permanentemente el bit correspondiente al *flag* de activación del paquete IIP, aun cuando el dispositivo este en modo de espera; cuando al estado del *flag* cambia su valor lógico a “1” se inicia el control del descriptor de la información de emergencia en la tabla PMT, luego se verifica que el código de área sea el mismo que se programó en el receptor, de ser así, el dispositivo se enciende y la alerta de emergencia se visualiza. El estado de alerta mostrado en la pantalla finaliza cuando el *flag* vuelve a ser “0” y el descriptor de información se elimina de la tabla PMT. (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

2.2.7 Adopción del Sistema EWBS en el Ecuador

El Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información del Ecuador, teniendo como primicia la implementación de la Televisión Digital Terrestre en el país, trabaja de manera ordenada en la transición de la tecnología analógica a la digital; analizando los beneficios de

esta nueva tecnología, llama mucho la atención la posibilidad de transmitir alertas de emergencia de manera oportuna, permitiendo atender situaciones que entrañen algún tipo de riesgo para la población, como sismos, erupciones volcánicas e incluso alertas de tsunamis que se pueden suscitar en el país.

El Gobierno Nacional ha promovido un trabajo sostenido entre las entidades encargadas de la implementación del Sistema EWBS bajo el estándar ISDB-Tb, como son el Ministerio de Telecomunicaciones, la Secretaría de Gestión de Riesgos y otras entidades del sector público y privado; de la misma manera, promueve la adopción de un marco legal idóneo para su implementación, siempre pensando en protección de la población, los recursos naturales y los bienes materiales de la sociedad ecuatoriana. (Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos, 2014)

El Gobierno de Brasil, como entidad que dirige el Foro Internacional ISDB-T y las Conferencias Intergubernamentales de Televisión Digital, delegó a Ecuador como país que coordine el Grupo de Armonización del Middleware Ginga y del Sistema de Alerta de Emergencias (EWBS), permitiendo al país consolidarse como precursor en la adopción de estos sistemas a nivel internacional.

En una de las últimas reuniones del Grupo de Armonización se analizó el documento de estandarización y normas comunes del sistema de alerta de emergencias, teniendo como resultado la conformidad de una guía de operación que permite la planificación de futuras implementaciones relacionadas con el sistema EWBS en países que adoptaron el estándar ISDB-Tb. (Ecuador. Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, 2015)

Es importante recalcar que en el proceso de adopción de sistema EWBS no solo intervienen las entidades gubernamentales, sino también la población en general, ya que al momento de adquirir un televisor se debe verificar que sea compatible con la norma ISDB-T de Televisión Digital, ésta verificación se la puede hacer observando las etiquetas colocadas por la fábrica productora o las empresas que lo comercializan; en el caso de los Set-Top Box se procede de la misma manera.

2.2.7.1 Aspectos a tomar en cuenta para Sistema EWBS

Para el correcto funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana, se debe contar con un adecuado monitoreo de los fenómenos que pueden suscitarse en una región, además de un sistema de comunicación que garantice que los datos recabados lleguen a la entidad encargada de su procesamiento; en nuestro país, el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

debe remitir la información a la Secretaría de Gestión de Riesgos, y posteriormente a las estaciones televisivas.

La información, relacionada con situaciones de emergencia, debe ser emitida por parte de la Secretaría de Gestión de Riesgos hacia las estaciones televisivas de manera inmediata para que la transmisión de la alerta sea oportuna, ésta alerta debe ser fácil de interpretar y contener información específica sobre cómo y dónde actuar, los recursos que se deben ocupar, las entidades responsables en cada comunidad, entre otras. (Velasco Haro, 2015)

La señal EWBS debe ser recibida solamente por los receptores de la región donde sucede o está por suceder un fenómeno potencialmente grave, la selección de dicha región se la hace asignando valores a los bits disponibles para el código de área en el descriptor de la información de emergencia; dicho esto, los dispositivos receptores, fijos y móviles, deben tener cargado el código de área correspondiente a su ubicación. Para el caso de Ecuador, específicamente los cantones de la provincia de Tungurahua, la Tabla de Códigos de Área es la que se describe en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2: Códigos de área para el sistema EWBS en Tungurahua

Código de Área	Cantón
0000 0000 0101	Ambato
0000 0001 0010	Baños de Agua Santa
0000 0010 0001	Cevallos
0000 0111 0001	Mocha
0000 1000 1101	Patate
0000 1010 0010	Quero
0000 1011 1010	San Pedro de Pelileo
0000 1100 0100	Santiago de Pillaro
0000 1101 0100	Tisaleo

Fuente: (Foro Internacional ISDB-T, 2013)

Realizado por: Diego Barba

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El presente trabajo investigativo es de tipo empírico; ya que considera la inserción de un nuevo recurso televisivo, como es el Sistema de Alerta de Emergencias compatible con el estándar ISDB-Tb de Televisión Digital Terrestre, y la influencia que tiene sobre la disminución de daños ante Erupciones volcánicas y sismos en la provincia de Tungurahua.

El diseño de la investigación es cuasi-experimental, ya que permite tener una aproximación del funcionamiento del Sistema EWBS del estándar ISDB-Tb; además se trata de un análisis de tipo transversal, ya que estudia de forma directa la incidencia de estos sistemas en la disminución de daños, obteniendo información idónea.

3.2 Métodos de Investigación

Al tratarse de un Proyecto de Investigación Aplicada, los métodos de investigación que se aplicaron son:

Método descriptivo, en el que se enumeraron y describieron las características y el funcionamiento del estándar ISDB-Tb, así como la forma en que convergen con los Sistemas de Alerta de Emergencias.

Método deductivo, para la comprensión de conceptos, principios, definiciones y normas que rigen el estándar ISDB-Tb, y aplicarlos en esta investigación.

Método analítico, en el estudio de las ideas planteadas, para mostrarlas, describirlas, numerarlas y explicarlas.

Método sintético, para reconstruir y unir, ciertos elementos circundantes al problema de investigación.

3.3 Enfoque de la Investigación

Esta investigación tuvo un enfoque cualitativo; ya que buscó obtener datos descriptivos como, conceptos y componentes, partiendo de modelos o hipótesis preconcebidas sobre los Sistemas de Alerta de Emergencias del estándar ISDB-Tb, al aplicar este enfoque se tiene cierto tipo de flexibilidad; sin embargo en la interpretación de los resultados se aplicó un tratamiento cuantitativo que permitió aportar mayor profundidad al análisis.

3.4 Alcance de la Investigación

Esta investigación tuvo tres tipos de alcance; exploratorio, ya que se examinó e idealizó sobre un tema aún desconocido, específicamente el Sistema de Alerta de Emergencias en la provincia de Tungurahua, de esta manera se identificaron aspectos que sirvieron como base para los estudios descriptivo y correlacional.

Por otra parte también se describieron dichos sistemas, su funcionamiento y principales características; con esto se logró dimensionar de cierta manera la disminución de daños ante erupciones volcánicas y sismos. Finalmente se aplicó un estudio correlacional para identificar el grado de asociación existente entre los Sistemas de Aleria de Emergencia y la disminución de los daños que pudiesen producirse en la zona mencionada.

3.5 Población de estudio

La investigación está dirigida a los habitantes de la provincia de Tungurahua; pero se tomó como población de estudio la ciudad de Ambato, por ser la única de la provincia en la que actualmente se transmiten señales de Televisión Digital Terrestre.

3.6 Selección y tamaño de la muestra

El proyecto de investigación tiene como población de estudio los habitantes de la ciudad de Ambato, que son 178 538; esto según los datos del último censo realizado por el INEC en el año 2010.

La fórmula que se utilizó para determinar el tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{(N) (p) (q)}{(N - 1) \left(\frac{ME^2}{NC^2} \right) + (p)(q)}$$

Donde: n = tamaño de la muestra.

N = tamaño del universo (o de la población).

p = probabilidad de ocurrencia (porcentaje de respuestas viables o confiables, generalmente $p = 0.5$).

$q = 1 - p$ = probabilidad de no ocurrencia (respuestas no fiables).

ME = margen de error o precisión admisible con qué se toma la muestra, el más usual es 0.05.

NC = nivel de confianza con qué se generaliza los resultados a la población.

$ME = 5\% = 0.05$; o sea al 95% de confianza, $NC=1.96$.

$$n = \frac{(178\ 538) (0.5) (1 - 0.5)}{(1780538 - 1) \left(\frac{0.05^2}{1.96^2} \right) + (0.5)(1 - 0.5)}$$

$$n = \frac{44\ 634.50}{116.44}$$

$$n = 383.32$$

La muestra para la investigación fue de 383 personas de la zona mencionada.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Un factor importante dentro del proceso de investigación es la recolección de información, ya que de ello depende la confiabilidad y validez del estudio. Para este punto se investigó en: libros, revistas, artículos científicos, tesis de grado, folletos, páginas web, siempre con la finalidad de garantizar la autenticidad de los resultados. Además se realizó una investigación de campo, recopilando datos a través de encuestas y entrevistas para la observación directa del problema.

La información recolectada se sometió a un análisis en el software SPSS, enfatizando los datos más importantes para obtener una idea clara del estado actual del tema de investigación. Al tratarse de una investigación socio-tecnológica posee un enfoque cuali-cuantitativo por lo que los parámetros media, moda y mediana son desconocidos; bajo este criterio, la prueba estadística que se utilizó fue la del chi cuadrado, por ser una prueba no paramétrica y que permite establecer la relación existente entre las variables, nominales y ordinales, estudiadas.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de resultados

Como parte de la investigación de campo, y para recolectar información de fuente primaria, se realizó una encuesta con un cuestionario semiestructurado de diez preguntas cerradas y sencillas de contestar; se la aplicó a una muestra de 383 personas que habitan en la provincia de Tungurahua, específicamente en zonas que se vieron mayormente afectadas por erupciones volcánicas y sismos suscitados anteriormente, como Ambato, Baños, Pelileo y Huambaló. Además, la aplicación de la encuesta sirvió como herramienta para la demostración de la hipótesis planteada.

4.1.1 Análisis de frecuencias

La estructuración de la encuesta permitió recopilar datos sobre el comportamiento de la población ante erupciones volcánicas y sismos, y su nivel de preparación ante un posible desastre natural.

Las tablas siguientes muestran, en frecuencia y porcentajes, los resultados de la encuesta realizada.

1.- ¿Conoce usted de la existencia de un Sistema de Alerta de Emergencias (EWBS)?

Tabla 1-4: Conocimiento de Sistemas de Alertas de Emergencias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	29	7,6	7,6	7,6
	No	354	92,4	92,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

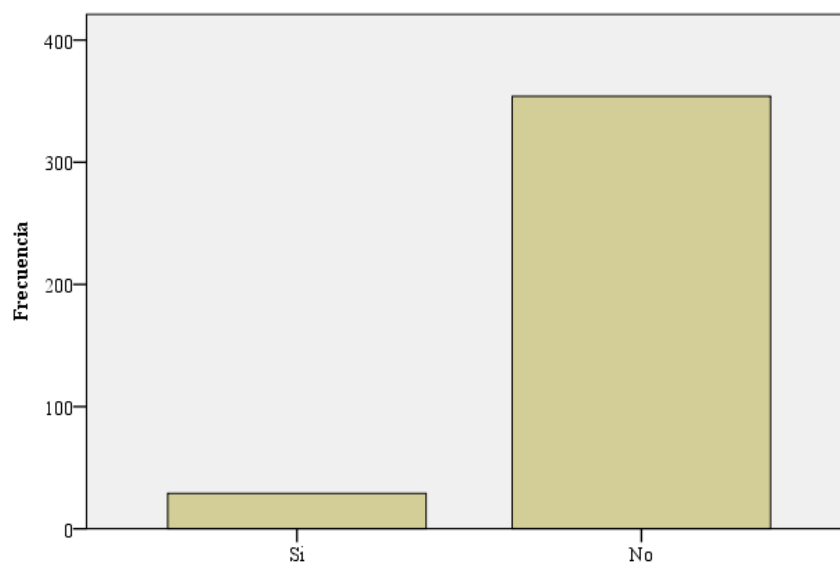


Gráfico 1-4: Conocimiento de Sistemas de Alertas de Emergencias

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

Del 100% de las personas encuestadas, el 92,4% manifiesta que no tiene conocimiento sobre la existencia de un sistema de alerta de emergencias (EWBS) y tan solo el 7,6% dieron una respuesta positiva a esta interrogante. Siendo esta la primera pregunta del cuestionario en la que se observa la importancia de la creación del sistema que se sugiere en este proyecto.

2.- ¿Cuál fue su reacción ante la última erupción volcánica o sismo?

Tabla 2-4: Reacción ante la última erupción volcánica o sismo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Pánico y nerviosismo	213	55,6	55,6	55,6
	Curiosidad y descuido	33	8,6	8,6	64,2
	Calma y serenidad	137	35,8	35,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

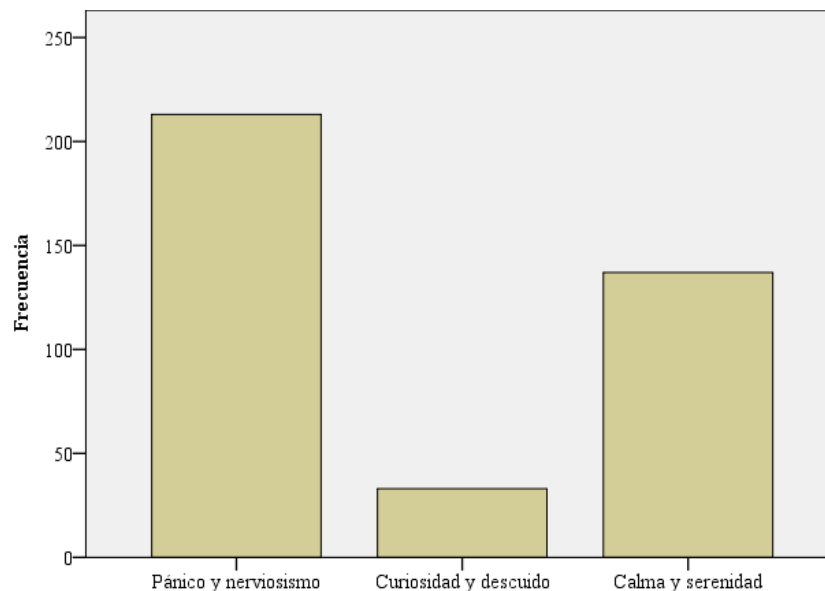


Gráfico 2-4: Reacción ante la última erupción volcánica o sismo

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

Dentro del cuestionario se analizó las reacciones de las personas frente a un fenómeno natural, teniendo los siguientes resultados: el 55,6% entró en pánico y nerviosismo, el 35,8% mantuvo la calma y serenidad, y finalmente el 8,6% sintió curiosidad y descuido. Al manifestarse el sentimiento de pánico y nerviosismo como el ítem con mayor porcentaje, se evidencia la escasa educación y conocimiento de la población sobre situaciones de emergencia.

3.- ¿Cuándo se presenta una erupción volcánica o sismo que medio de comunicación ocupa para informarse?

Tabla 3-4: Medios de comunicación utilizados

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Radio	106	27,7	27,7	27,7
	Televisión	191	49,9	49,9	77,5
	Internet	86	22,5	22,5	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

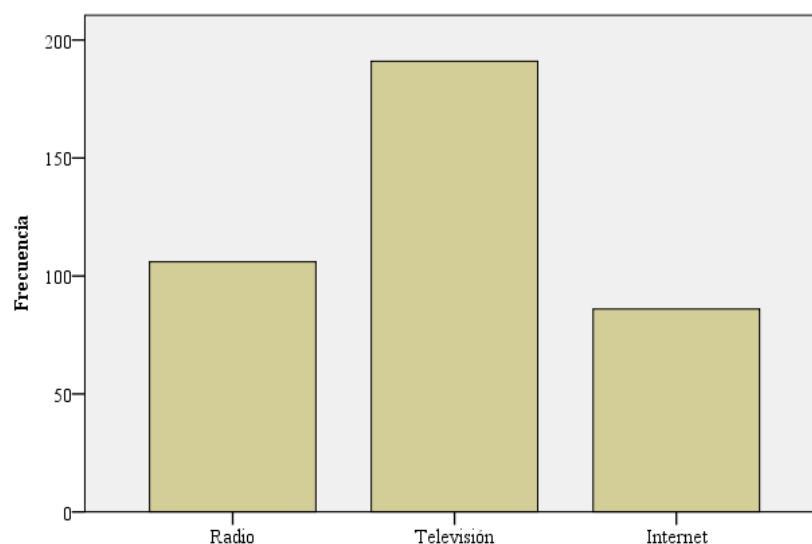


Gráfico 3-4: Medios de comunicación utilizados

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

El medio de comunicación con preferencia de uso frente a una erupción volcánica o sismo es la televisión con el 49,9%, seguido por la radio con un 27,7%, y finalmente del total de la muestra el 22,5% opta por el Internet. Poniendo como referencia principal a la televisión como medio de comunicación masivo en situaciones de emergencia.

4.- ¿Cuál de las siguientes opciones realizó durante la última erupción volcánica o sismo?

Tabla 4-4: Reacción durante la última erupción volcánica o sismo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Buscó un sitio resistente y seguro para refugiarse, protegiéndose la cabeza.	197	51,4	51,4	51,4
	Buscó un área despejada, lo más lejos posibles de edificios, árboles y postes.	129	33,7	33,7	85,1
	Entró en desesperación y empezó a correr por el vecindario.	8	2,1	2,1	87,2
	Prendió los medios de comunicación para informas de lo que estaba sucediendo.	49	12,8	12,8	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

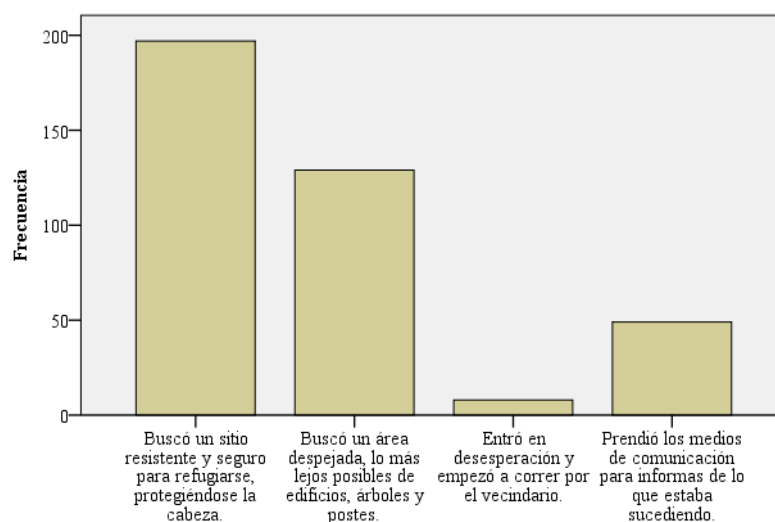


Gráfico 4-4: Reacción durante la última erupción volcánica o sismo

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

Ante el último fenómeno natural, la muestra analizada tuvo reacciones diferentes, la de mayor relevancia fue que el 51,4% buscó un sitio resistente y seguro para refugiarse protegiéndose la cabeza, el 33,7% buscó un área despejada, lo más lejos posibles de edificios, árboles y postes, también el 12,8% prendió los medios de comunicación para informase de lo que estaba sucediendo y finalmente el 2,1% entró en desesperación y empezó a correr sin rumbo fijo.

5.- ¿Con que frecuencia ha realizado un simulacro ante erupciones volcánicas o sismos?

Tabla 5-4: Frecuencia de simulacros

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mensual	3	0,8	0,8	0,8
	Semestral	152	39,7	39,7	40,5
	Anual	193	50,4	50,4	90,9
	Nunca	35	9,1	9,1	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

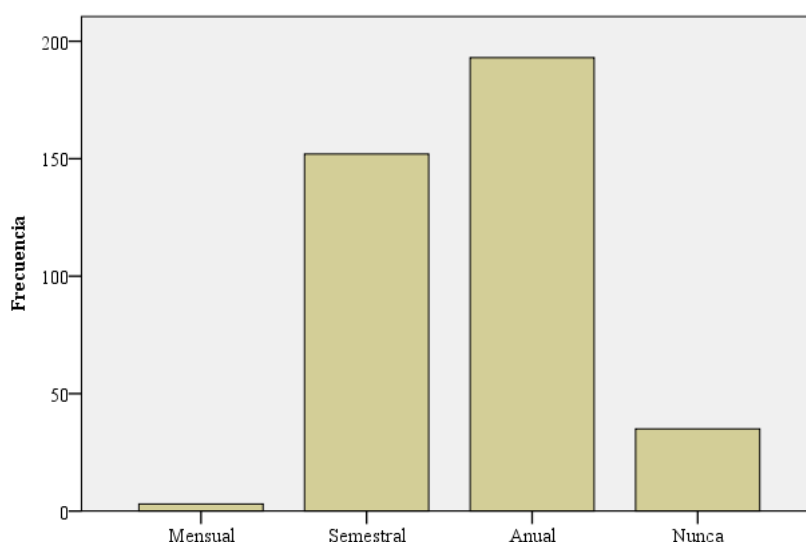


Gráfico 5-4: Frecuencia de realización de simulacros

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

La población de la provincia de Tungurahua, al estar expuesta al constante riesgo de una erupción volcánica o sismo, se ha acostumbrado a realizar simulacros; para lo cual es importante evidenciar la frecuencia con la que se realizan los mismos, el 50,4% lo ejecuta de forma anual, el 39,7% semestral, el 9,1% nunca lo ha realizado y el 0,8% de forma mensual. Obteniendo como dato relevante la necesidad de fomentar la educación respecto al tema de investigación.

6.- ¿Con que personas ha realizado el simulacro ante erupciones volcánicas o sismos?

Tabla 6-4: Personas con las que realiza un simulacro

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Familia	32	8,4	8,4	8,4
	Vecinos	27	7,0	7,0	15,4
	Compañeros de escuela o trabajo	320	83,6	83,6	99,0
	Desconocidos	4	1,0	1,0	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

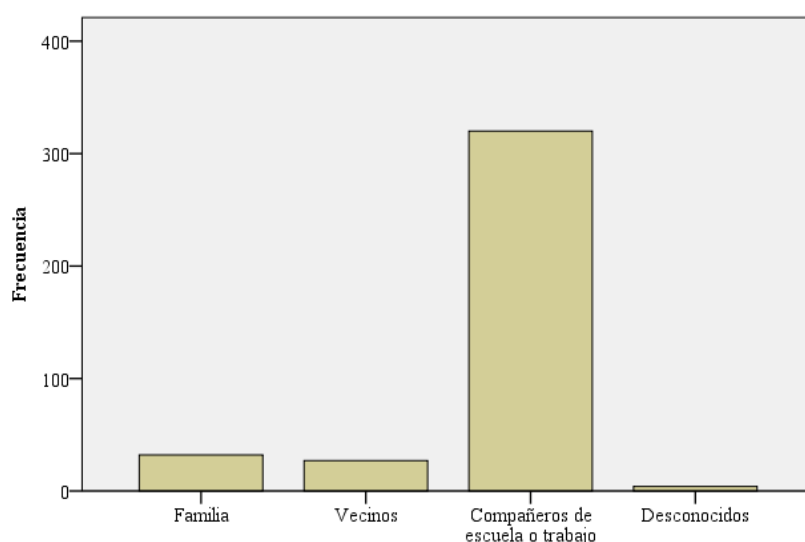


Gráfico 6-4: Personas con las que realiza un simulacro

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

Los resultados de esta interrogante tienen relación directa con la labor de la Secretaría de Gestión de Riesgos por ser el ente encargado de controlar los mismos, por lo cual el 83,6% realiza simulacros con los compañeros de escuela o trabajo, el 8,4% con la familia, el 7,0% con vecinos y el 1,0% con desconocidos. La gran mayoría de simulacros han sido realizados en lugares en los que no está involucrada la familia, por lo cual es fundamental trabajar en medidas preventivas pensadas en el hogar y vecindario.

7.- ¿En qué medida se siente preparado para enfrentar responsablemente una erupción volcánica o sismo?

Tabla 7-4: Preparación ante una erupción volcánica o sismo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy preparado	27	7,0	7,0	7,0
	Preparado	299	78,1	78,1	85,1
	Poco preparado	57	14,9	14,9	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

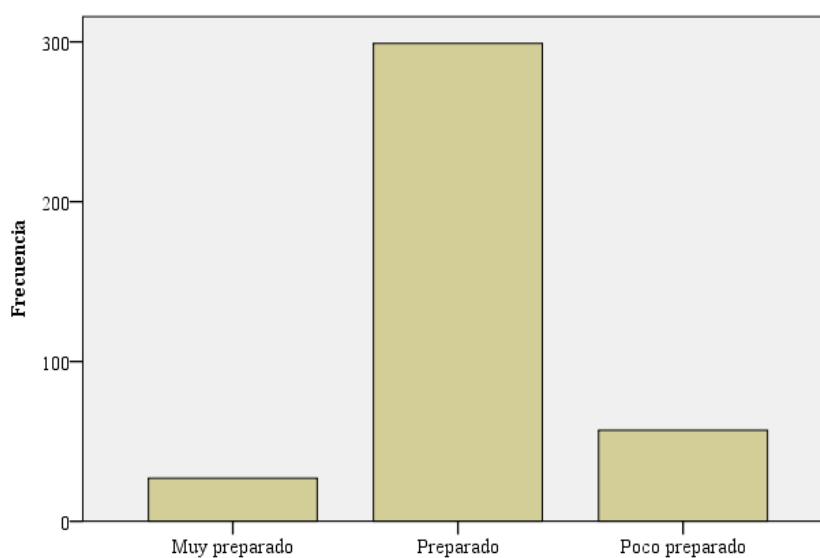


Gráfico 7-4: Preparación ante una erupción volcánica o sismo

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

Del 100% de la muestra analizada, el 78,1% se siente preparado para enfrentar una erupción volcánica o sismo, el 14,9% piensa que su preparación ante estas situaciones es muy poca o mínima; y finalmente, el 7,0% asiente que está muy preparado para el caso de suscitarse una situación de emergencia.

8.- ¿Tiene listo un plan familiar de emergencias ante erupciones volcánicas o sismos?

Tabla 8-4: Plan familiar de emergencias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	123	32,1	32,1	32,1
	No	260	67,9	67,9	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

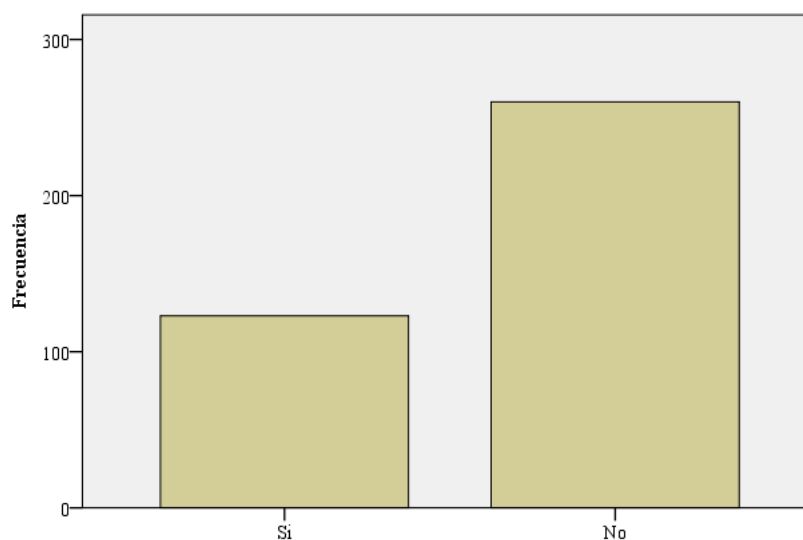


Gráfico 8-4: Plan familiar de emergencias

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

El 67,9% de las personas encuestadas no tienen listo un plan familiar de emergencias ante erupciones volcánicas o sismos, y tan solo el 32,1% si lo tiene, lo que representa una cifra alarmante, tomando como referencia la interrogante 5 en la que se registró que el 90,9% de la muestra ha participado en algún tipo de simulacro.

9.- ¿En su comunidad existe un mapa de amenazas con información sobre las zonas de mayor riesgo y zonas seguras?

Tabla 9-4: Existencia de mapa de amenazas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	79	20,6	20,6	20,6
	No	304	79,4	79,4	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

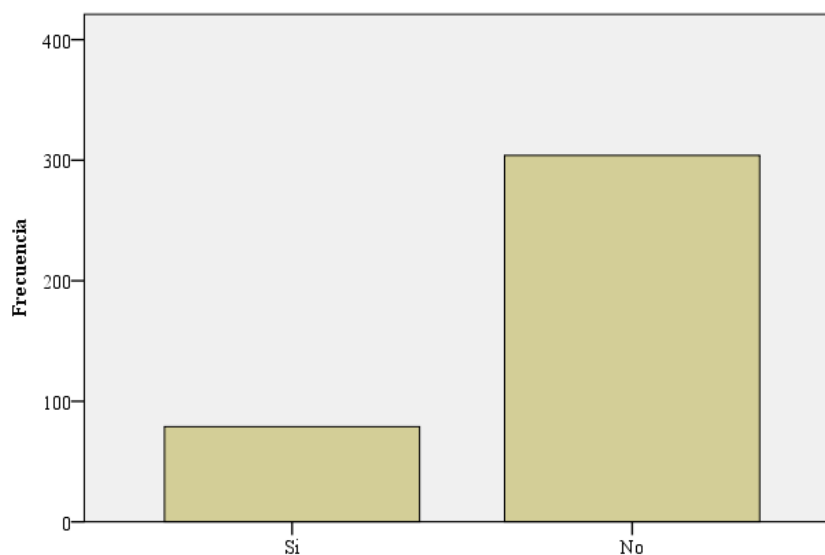


Gráfico 9-4: Existencia de mapa de amenazas

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

El 79,4% menciona que dentro de su comunidad no existe algún tipo de mapa de amenazas con información sobre las zonas de mayor riesgo y zonas seguras, mientras que el 20,6% cuentan con uno, ya sea en casas barriales o sedes comunales. Considerando estas cifras se torna indispensable el hecho de informar a la población sobre este tipo de mapas de manera inmediata.

10.- ¿Cree usted que un Sistema de Alerta Temprana en televisión hubiese disminuido los daños causados por una erupción volcánica o sismo?

Tabla 10-4: Disminución de daños con un Sistema de Alerta Temprana

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	344	89,8	89,8	89,8
	No	39	10,2	10,2	100,0
	Total	383	100,0	100,0	

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

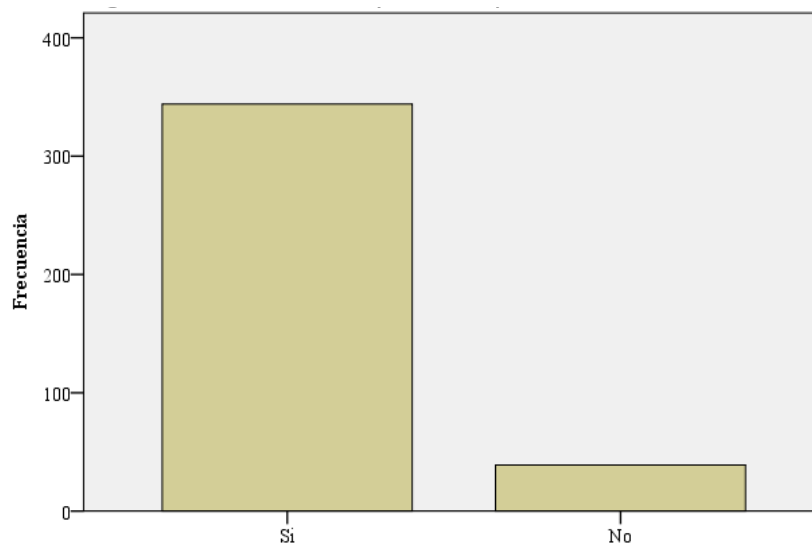


Gráfico 10-4: Disminución de daños causados por una erupción o sismo

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Análisis e interpretación:

Del 100% de encuestados el 89,8% de personas afirman que un Sistema de Alerta Temprana emitido a través de la televisión si hubiese disminuido los daños causados por una erupción volcánica o sismo, ya que se tiene una continua capacitación y se puede tener referencias sobre las medidas de prevención y cuidado; mientras, que tan solo el 10,2% de la muestra respondió negativamente.

4.2 Verificación de hipótesis

Con la información obtenida en la encuesta aplicada a una muestra de la población de la provincia de Tungurahua; y tomando como referencia los resultados de las preguntas 1 y 10, que están enfocadas a las variables dependiente e independiente, se puede demostrar que “un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb, permite disminuir los daños en la provincia de Tungurahua” y determinar si es o no necesaria la implementación del sistema.

4.2.1 Selección de la prueba estadística

La verificación de la hipótesis se la realizó mediante Estadística Inferencial; específicamente, utilizando la prueba del chi cuadrado, cuya expresión es:

$$x^2 = \sum \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

En la que fo representa la Frecuencia Observada y fe representa la Frecuencia Esperada.

Para realizar la matriz de tabulación cruzada se tomó en cuenta los resultados a las preguntas 1 y 10 de la encuesta, como se muestra a continuación:

4.2.2 Frecuencias observadas

Tabla 11-4: Tabla cruzada de frecuencias observadas

		10.- ¿Cree usted que un Sistema de Alerta Temprana en televisión hubiese disminuido los daños causados por una erupción volcánica o sismo?		Total
		Si	No	
1.- ¿Conoce usted de la existencia de un Sistema de Alerta de Emergencias (EWBS)?	Si	0	29,0	29,0
	No	344,0	10,0	354,0
Total		344,0	39,0	383,0

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

4.2.3 Frecuencias esperadas

Tabla 12-4: Tabla cruzada de frecuencias esperadas

		10.- ¿Cree usted que un Sistema de Alerta Temprana en televisión hubiese disminuido los daños causados por una erupción volcánica o sismo?		Total
		Si	No	
1.- ¿Conoce usted de la existencia de un Sistema de Alerta de Emergencias (EWBS)?	Si	26,0	3,0	29,0
	No	318,0	36,0	354,0
Total		344,0	39,0	383,0

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

4.2.4 Cálculo de grados de libertad

El grado de libertad es igual al producto del número de filas restado uno, por el número de columnas también restado uno, como se expresa a continuación:

$$Gl = (F - 1) (C - 1)$$

Dónde: Gl = Grados de libertad

F = Filas de la tabla

C = Columnas de la tabla

$$Gl = (2 - 1) (2 - 1)$$

$$Gl = (1)(1) = 1$$

Por lo cual, el valor tabulado del chi cuadrado con 1 grado de libertad y un nivel de significación de 0,05 es de 3.8415.

4.2.5 Cálculo matemático del Chi Cuadrado

Se realiza el cálculo de la hipótesis, en la que se obtiene como respuesta la no asociación de las variables, para esto se calcula el Chi cuadrado como se indica en la Tabla 13-4.

Tabla 13-4: Cálculo matemático del Chi Cuadrado

f_o	f_e	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
0	26,00	-26,00	676,00	26,00
29,00	3,00	26,00	676,00	225,33
344,00	318,00	26,00	676,00	2,13
10,00	36,00	-26,00	676,00	18,78
TOTAL				272,24

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

Realizado por: Diego Barba

4.2.6 Decisión

El valor de $X^2_t = 3.8415 < X^2_c = 272.24$. Por consiguiente se acepta la hipótesis, es decir, la implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb, para disminuir los daños en la provincia de Tungurahua.

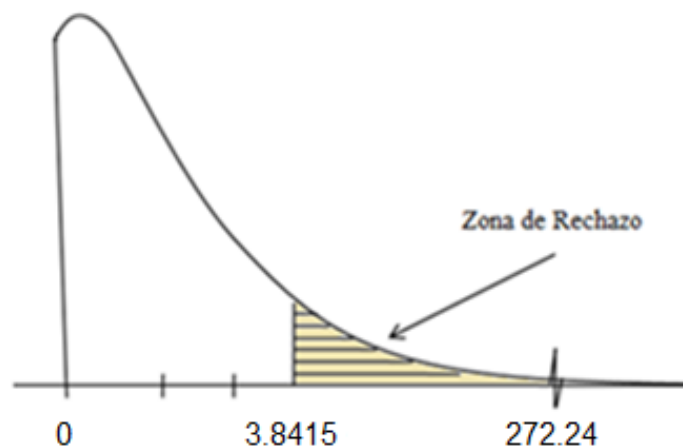


Gráfico 11-4: Distribución del chi cuadrado con 1 grado de libertad

Fuente: Encuesta desarrollada por el investigador

CAPÍTULO V

5 PROPUESTA

5.1 Diseño del Sistema de Alerta Temprana para Tungurahua

El Sistema de Alerta Temprana desarrollado en el presente proyecto tiene como objetivo dilucidar una serie de inquietudes que comúnmente se presentan, antes, durante y después de una situación de emergencia, específicamente erupciones volcánicas y sismos; como son: ¿Cómo estar prevenido?, ¿Qué hacer durante?, ¿Cómo hacerlo?, ¿Cuándo hacerlo?, ¿Cuáles son las rutas de evacuación disponibles?, ¿Dónde se ubican las zonas seguras o albergues?. Las aplicaciones interactivas, así como el Sistema de Transmisión de Alertas de Emergencia (EWBS), ambos compatibles con el estándar ISDB-Tb de Televisión Digital Terrestre, son recursos audiovisuales en los que se puede mostrar toda la información necesaria para responder de manera rápida y concisa las inquietudes presentes en la población.

En el diseño de la aplicación se consideró una repartición uniforme de la información proporcionada por la Secretaría de Gestión de Riesgos, es decir, que se encuentre distribuida por todos los botones de navegación disponibles en los receptores ISDB-Tb, procurando siempre que el entorno sea amigable y de fácil utilización; así mismo, se procuró manejar un elevado efecto estético para llamar la atención de los televidentes, sin que la programación transmitida por la estación televisiva sea interrumpida. Por otra parte, para la visualización de la señal EWBS se optó por un diseño menos desarrollado pero mucho más impactante, ya que se lo mostrará únicamente en el instante mismo de la situación de emergencia, cabe resaltar que en ésta se incluyen alertas visuales y auditivas, mismas que se replican durante el tiempo que la estación televisiva mantenga el *flag* del sistema de alerta activado.

5.1.1 *Software utilizados*

Existen varias herramientas informáticas para la creación y reproducción de aplicaciones interactivas compatibles con el estándar ISDB-Tb de Televisión Digital; las utilizadas en esta parte de la investigación se las detalla a continuación:

✓ **NCL Composer**

Es un software desarrollado por el Laboratorio TeleMídia de la PUC-Rio, ocupa un lenguaje declarativo para la creación de documentos hipermedia basados en el modelo de contexto anidado, definiendo cómo los objetos multimedia están estructurados y relacionados en el tiempo y espacio. Es una herramienta que permite el desarrollo de aplicaciones multimedia interactivas, aun con un bajo nivel de conocimientos sobre el lenguaje NCL, haciendo uso de las vistas disponibles; mismas que ofrecen una interfaz gráfica, amigable, y de fácil utilización para cada fase del diseño de la aplicación.

Entre sus principales características están, la permisión de edición gráfica y textual de documentos NCL, integración con varias herramientas de ejecución, generación de nuevas extensiones a través de *plugins*, y la compatibilidad con sistemas operativos Windows, Linux y MacOS. (TeleMídia PUC - Rio, 2016)

✓ **Set-Top Box Virtual Ginga-NCL**

El *Set-Top Box Virtual* Ginga-NCL es una máquina virtual de VMware, en la que se incluyen todos los *plugins* NCL y Lua para el NCL Composer, así como la versión completa del *middleware* Ginga; su funcionamiento está basado en Ubuntu Server 10.10 y en Fedora FC7, esta herramienta fue también desarrollada por el laboratorio TeleMídia de la PUC-Rio.

✓ **Ginga 4Windows**

Continuando con los lanzamientos de Ginga, la misma PUC-Rio a través de su laboratorio TeleMídia liberó el Ginga4Windows, un emulador del *middleware* Ginga NCL-NCLua para Windows; su funcionamiento es similar al del *Set-Top Box Virtual*, es de libre descarga y código abierto, además de que su instalación y ejecución son sumamente sencillas.

5.1.2 Hardware utilizados

En el desarrollo del prototipo del Sistema de Alerta de Emergencias, ante erupciones volcánicas y sismos, compatible con el estándar ISDB-Tb, se utilizaron dos computadores portátiles y un *Router* inalámbrico para representar una Red de Televisión Digital Terrestre; el primer computador hace las veces de estación televisiva y se encarga de transmitir la señal de televisión junto con la información del Sistema de Alerta Temprana, esto a través de una conexión *Secure Shell* (SSH) con el segundo computador que hace las veces de receptor; finalmente el radioenlace entre la estación televisiva y el transmisor, y su posterior difusión hacia los receptores está representada por la red LAN que se establece en el *Router*, ésta red es indispensable para que el protocolo SSH pueda ejecutarse. Las especificaciones técnicas de los equipos utilizados en el desarrollo del prototipo se indican en la Tabla 1-5.

Tabla 1-5: Especificaciones técnicas de equipos utilizados en el desarrollo del prototipo

	Computador 1	Computador 2	Router Inalámbrico
Fabricante	Hewlett-Packard	Hacer	Huawei
Modelo	HP ProBook 4530s	Aspire V-573PG	HG 530
Procesador	Intel(R) Core(TM) i3-2310M CPU @ 2.10GHz	Intel(R) Core(TM) i7-4500U CPU @ 2.40 GHz	--
Memoria RAM	4.00 GB	8.00 GB	--
Tipo de Sistema	Sistema Operativo de 64 bits	Sistema Operativo de 64 bits	--
Adaptador de Red	Atheros AR9285 802.11b/g/n WiFi Adapter	Qualcomm Atheros AR5BWB222 Wireless Network Adapter	Compatible con 802.11b, 802.11g y 802.11n (2.4 GHz)

Fuente: El investigador

Realizado por: Diego Barba

5.1.3 Diagrama de flujo de posibles escenarios

Como ya se detalló en el apartado 2.2.3.1, el manejo de las situaciones de emergencia y la generación de las Alertas Tempranas en el Ecuador debe seguir un proceso comunicacional para su difusión, en el que interviene el IG – EPN, la SGR, el ECU911 y la ciudadanía como tal.

Para introducir el Sistema de Televisión Digital Terrestre en el proceso mencionado, se debe tener en cuenta que las estaciones televisivas no pueden emitir ningún tipo de señal de alerta sin previo aval de la Secretaría de Gestión de Riesgos, por lo que podrían incluirse como un

servicio adicional en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911; de esta manera las estaciones servirán como recurso adicional en el proceso de difusión de la situación de emergencia a la ciudadanía. Las Figuras 1-5 y 2-5 muestran un diagrama de flujo de cómo podría manejarse el Sistema de Alerta Temprana frente a posibles escenarios de emergencias.

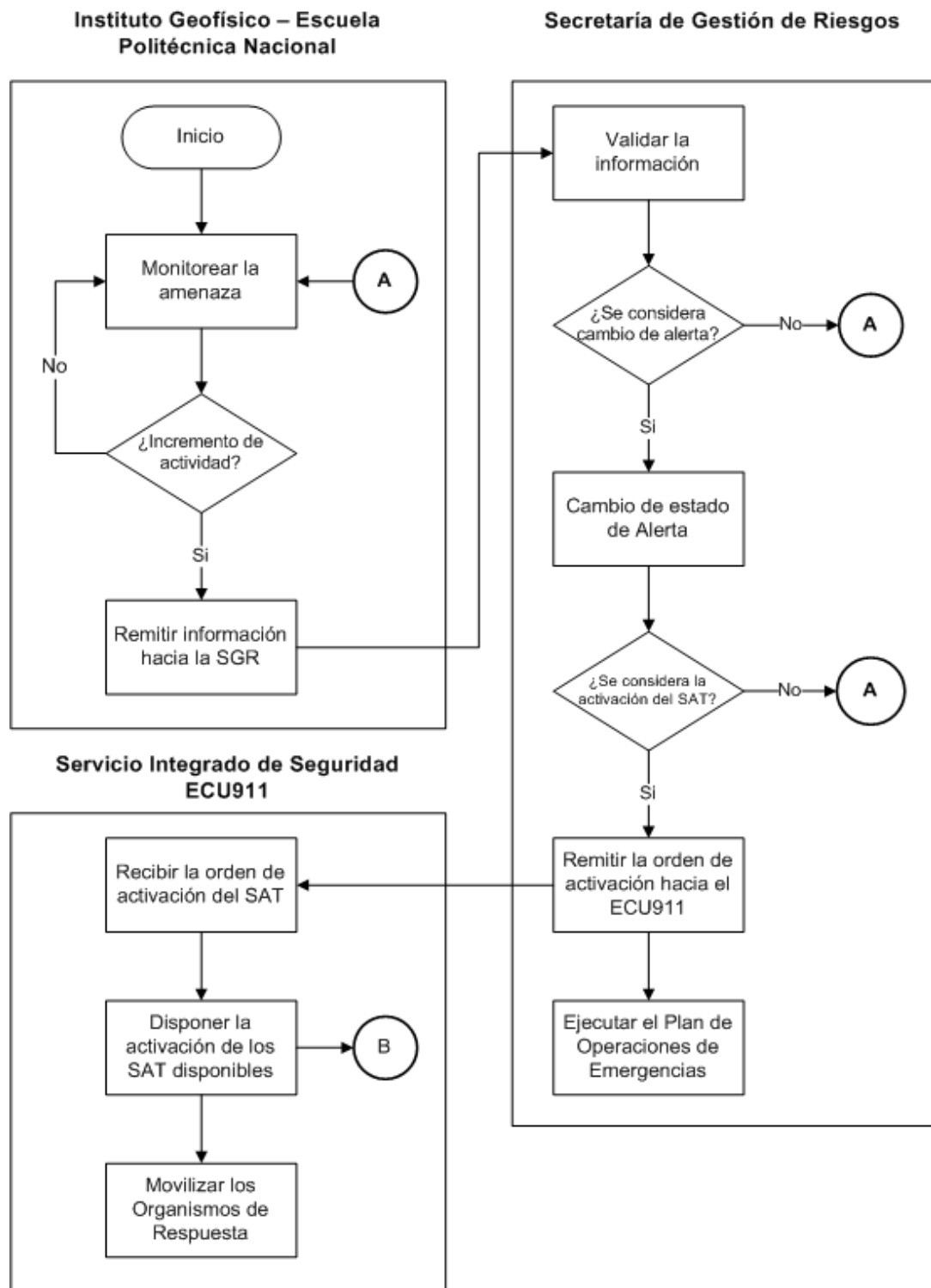


Figura 1-5: Diagrama de Flujo del protocolo de comunicación ante emergencias

Fuente: El investigador

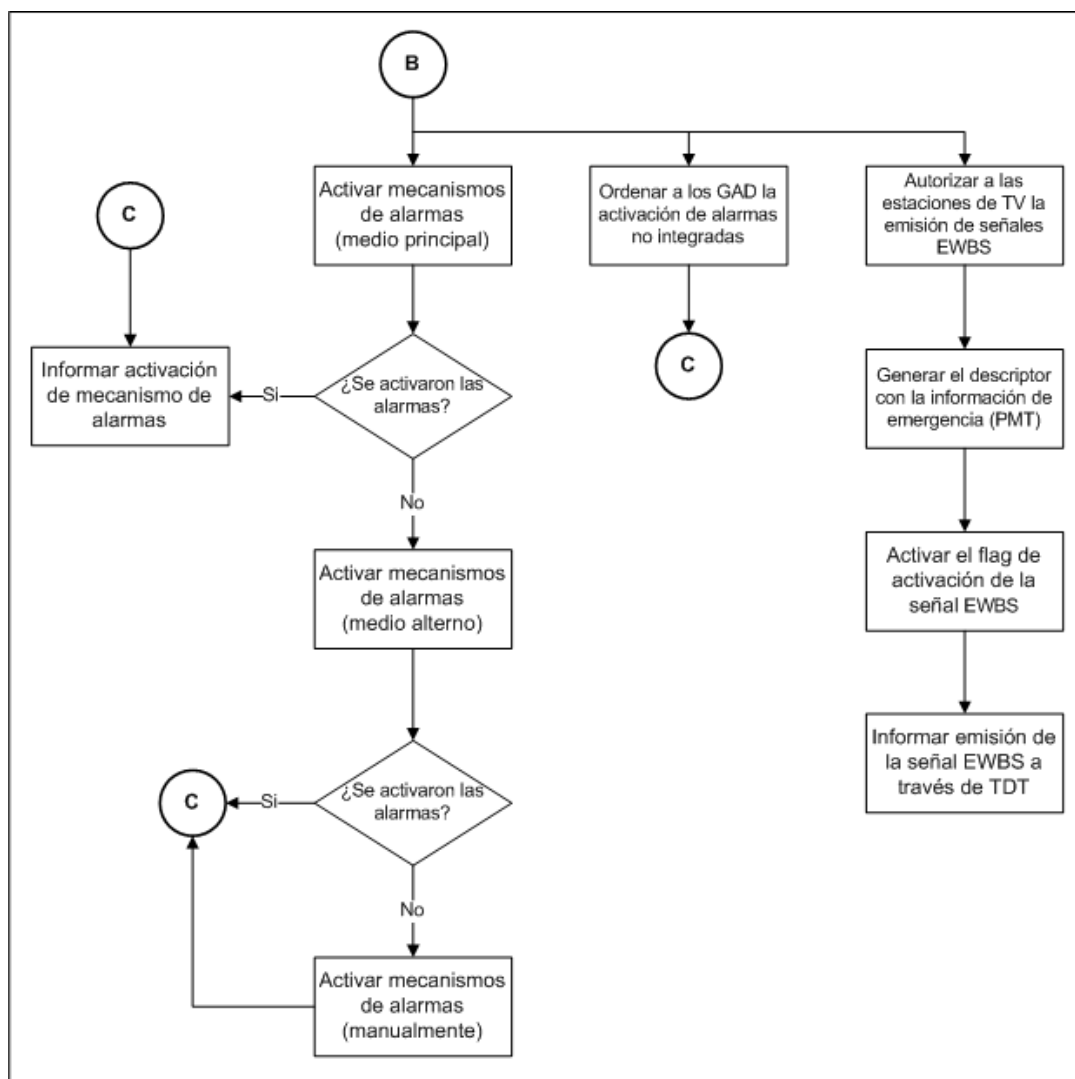


Figura 2-5: Diagrama de flujo del Protocolo de activación de Sistemas de Alerta Temprana

Fuente: El investigador

5.2 Desarrollo y Simulación del Sistema de Alerta Temprana

El objetivo principal del Sistema de Alerta, y en específico el de las aplicaciones interactivas diseñadas, es generar en el televidente un sentido de atención hacia el contenido informativo de la aplicación más que a la programación televisiva; basándose en este aspecto y teniendo en cuenta criterios de diseño gráfico, es recomendable que la aplicación tenga una interfaz amigable evitando estructuras complejas para la navegación a través de los menús, también se

debe evitar cuadros con excesivos textos y pocos colores, y finalmente se debe permitir la finalización de la aplicación en cualquier punto de la misma.

La tendencia natural de los seres humanos de leer de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, hace que la parte izquierda de la pantalla tenga cierto tipo de prioridad sobre las demás, por lo que la mayor parte de la información de la aplicación será proyectada en esta región.

La manera en como el televidente interactuará con la aplicación interactivas es a través del menú de navegación control remoto de la televisión o el *Set-Top Box*, por lo que se lo debe aprovechar al máximo todos los botones disponibles en el mismo. La Figura 3-5 muestra en detalle el menú de navegación disponible en los controles que aceptan la interacción con la Televisión Digital, las funciones de este menú deben ser utilizables en cualquier interfaz gráfica asociada con las aplicaciones interactivas.



Figura 3-5: Menú de navegación de un control remoto

Fuente: El investigador

Por otra parte, para el diseño y la edición de las infografías que se visualizarán en las aplicaciones interactivas, como en la señal EWBS, se utilizaron herramientas de edición gráfica profesional.

5.2.1 Diseño de las aplicaciones interactivas orientadas a informar sobre erupciones volcánicas y sismos en Tungurahua

Previo a la elaboración de cada una de las aplicaciones, se debe establecer el menú funcional de las mismas, es decir el mapa general de infografías y todas las posibles interacciones que el televidente puede realizar durante su navegación por la aplicación. Las Figuras 4-5 y 5-5

muestran el menú funcional para las aplicaciones sobre erupciones volcánicas y sismos, respectivamente.

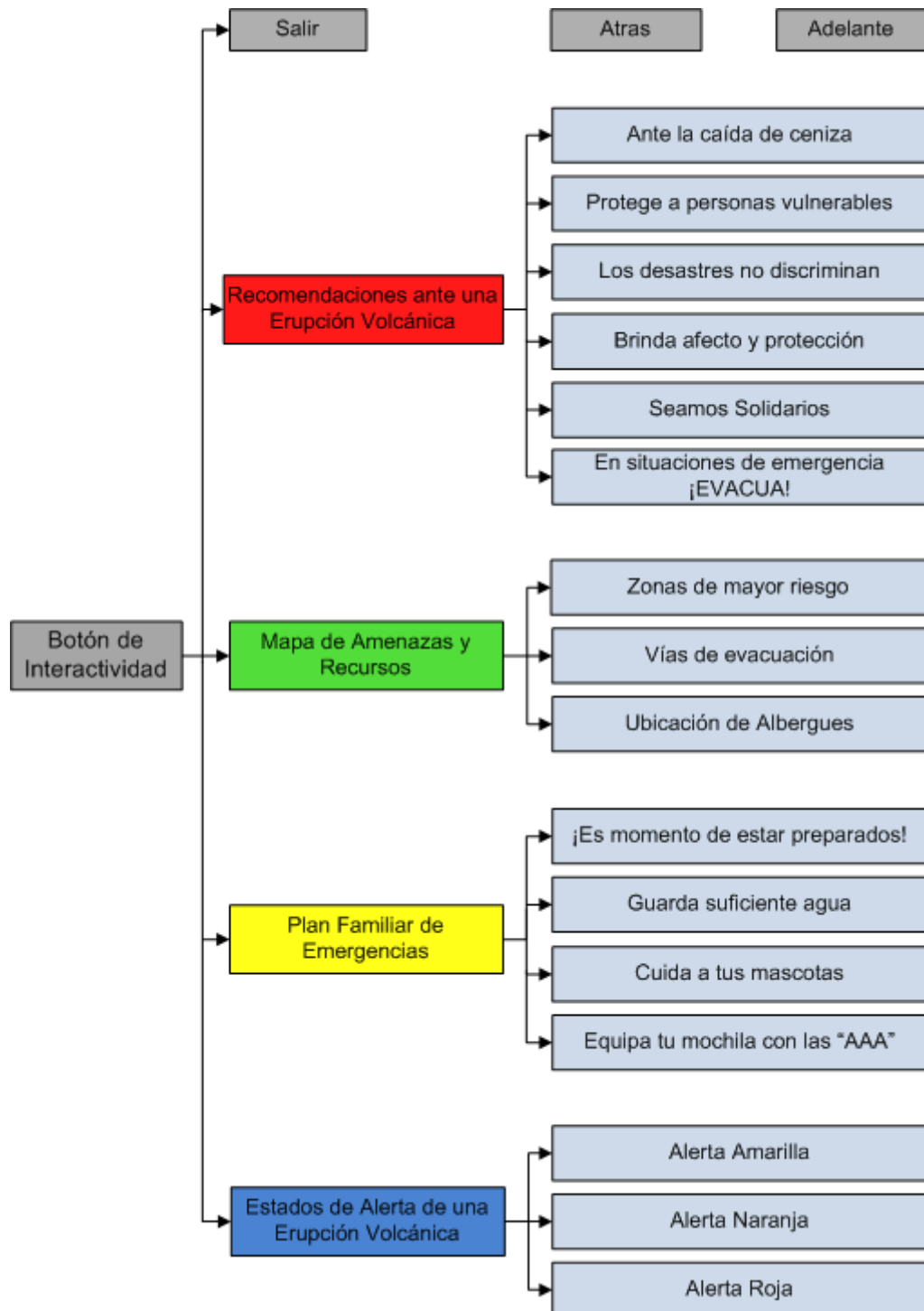


Figura 4-5: Diagrama funcional de aplicación para erupciones volcánicas

Fuente: El investigador

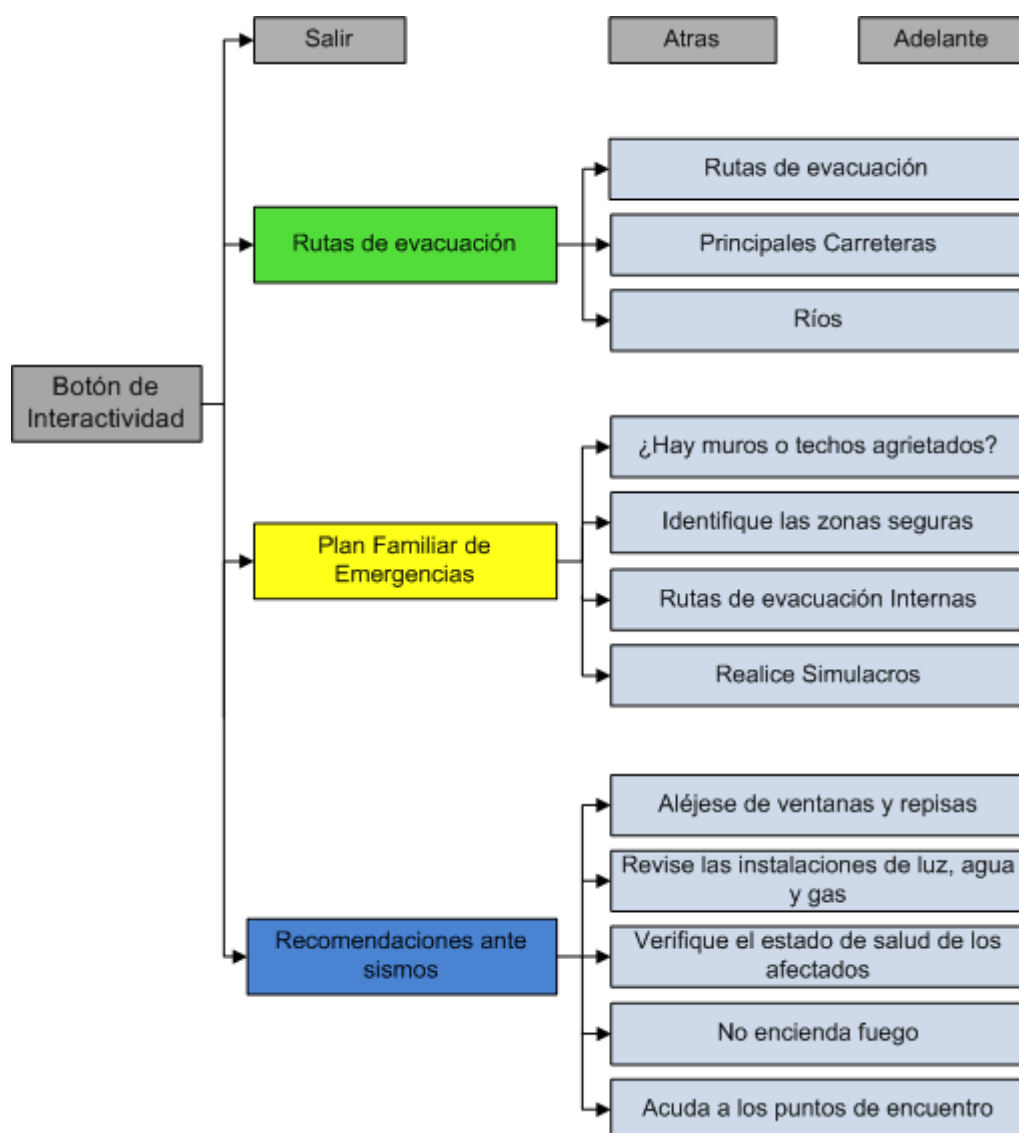


Figura 5-5: Diagrama funcional de la aplicación para sismos

Fuente: El investigador

La construcción de las aplicaciones para erupciones volcánicas y sismos maneja un procedimiento similar, en la que los archivos media se los organiza en contextos a través de conectores, regiones y descriptores, para que los mismos puedan ser ejecutados cuando sean llamados desde el enlace correspondiente.

En primera instancia se crean las regiones en las que las infografías de la aplicación se van a visualizar, esto se lo hace en la pestaña *Layout View* del software NCL Composer, tal como se indica en la Figura 6-5.

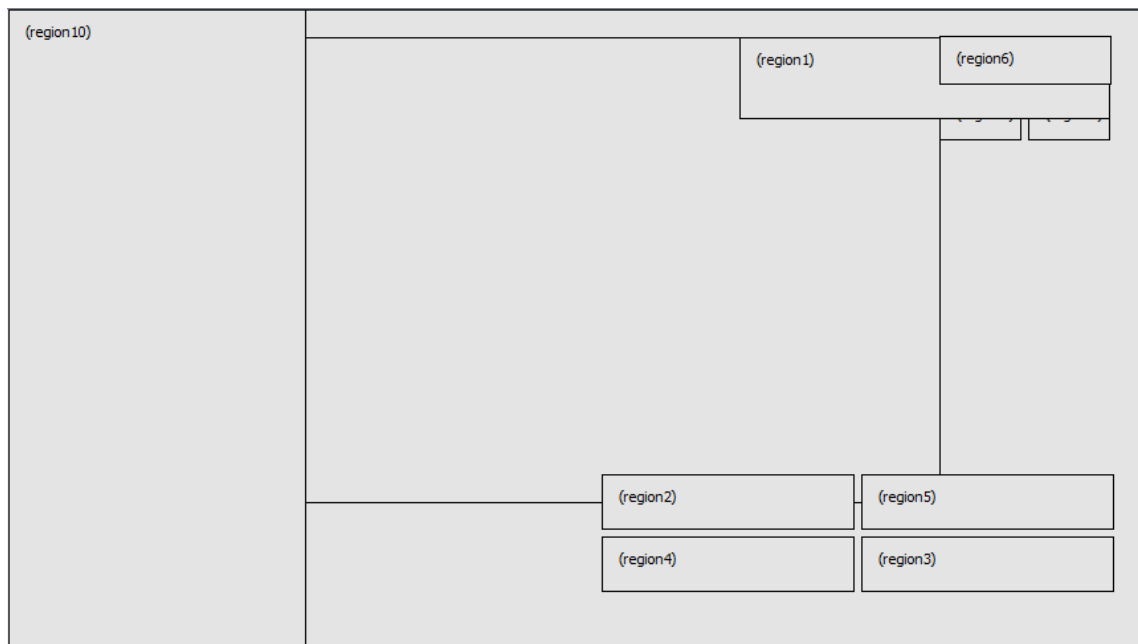


Figura 6-5: Distribución de las regiones de la aplicación

Fuente: El investigador

El código NCL correspondiente a la aplicación está formado por un `<head>` y un `<body>`, en la cabecera se detalla la identificación de cada una de las regiones, así como su ubicación y dimensiones, tal como se muestra en la Figura 7-5.

```
<regionBase id="regionBase0">
  <region height="100.00%" id="region0" left="0.00%" top="0.00%" width="100.00%" zIndex="1">
    <region height="12.71%" id="region1" left="64.64%" top="4.38%" width="32.67%" zIndex="2"/>
    <region height="8.54%" id="region2" left="52.46%" top="73.12%" width="22.25%" zIndex="2"/>
    <region height="8.54%" id="region3" left="75.41%" top="73.12%" width="22.25%" zIndex="2"/>
    <region height="8.54%" id="region4" left="52.46%" top="82.92%" width="22.25%" zIndex="2"/>
    <region height="8.54%" id="region5" left="75.41%" top="82.92%" width="22.25%" zIndex="2"/>
    <region height="7.50%" id="region6" left="82.32%" top="4.17%" width="15.10%" zIndex="3"/>
    <region height="73.12%" id="region7" left="2.34%" top="4.38%" width="80%" zIndex="3"/>
    <region height="7.50%" id="region8" left="82.32%" top="12.92%" width="7.14%" zIndex="2"/>
    <region height="7.50%" id="region9" left="90.16%" top="12.92%" width="7.14%" zIndex="2"/>
    <region height="100.00%" id="region10" left="0.00%" top="0.00%" width="30.00%" zIndex="3"/>
  </region>
</regionBase>
```

Figura 7-5: Código NCL con el detalle de las regiones creadas

Fuente: El investigador

Establecidas las regiones se procede a insertar los archivos multimedia que se visualizarán, tomando como primer media el video “LATV.mp4”, que permite presentar la señal de televisión transmitida por la estación, para esto se enlaza un puerto del Contexto General de la aplicación

con el archivo .mp4 insertado; posteriormente, utilizando un descriptor, se asocia el video con una de las regiones creadas, este proceso se indica en las Figuras 8-5 y 9-5.

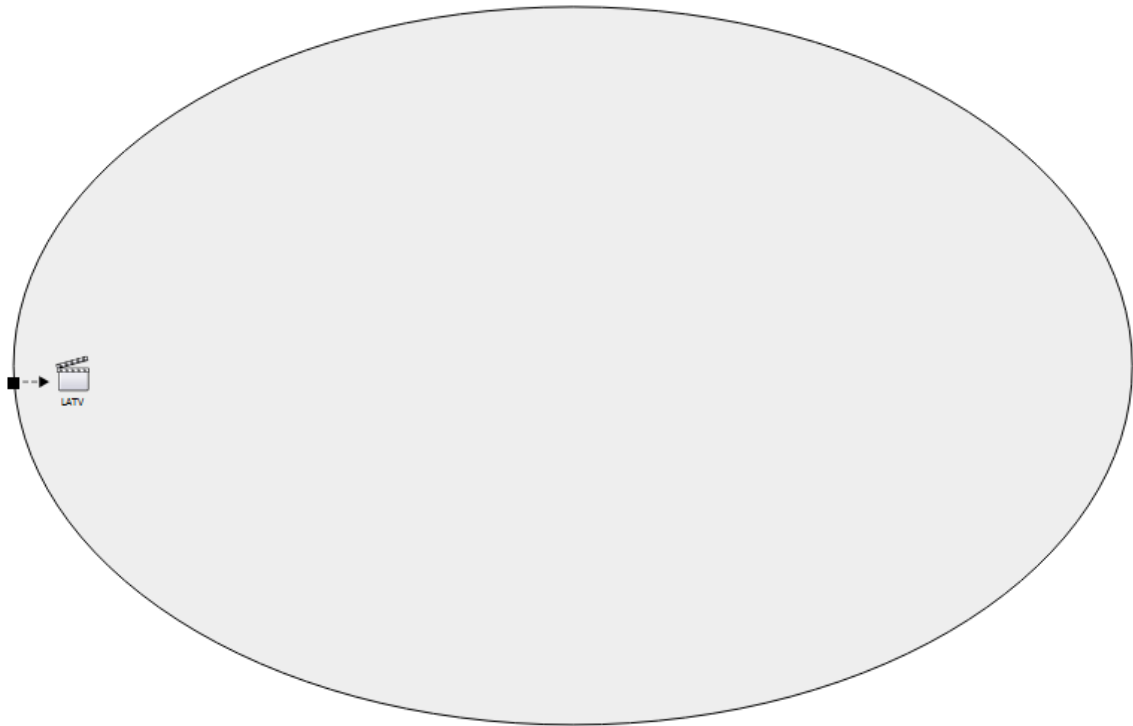


Figura 8-5: Enlace entre el puerto del Contexto General de la aplicación con el video

Fuente: El investigador

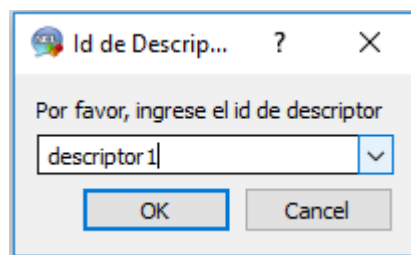


Figura 9-5: Creación del descriptor

Fuente: El investigador

El código que se utiliza para la asociación de las medias con los descriptores se indica en la Figura 10-5; en la misma se observa que la identificación del descriptor y la región a la que corresponde se la escribe en la cabecera del código, mientras que en el cuerpo se detalla el la asociación del descriptor con el archivo del video, su ubicación, y la identificación del puerto con el que fue enlazado.

```

<head>
  <descriptorBase id="descriptorBase1">
    <descriptor id="descriptor1" region="region0"/>
  </descriptorBase>
</head>
<body id="myBodyID">
  <media descriptor="descriptor1" id="LATV" src="video/LATV.mp4"/>
  <port component="LATV" id="p0"/>
</body>

```

Figura 10-5: Código NCL para los descriptores

Fuente: El investigador

Ya representada la señal de televisión, se añade al Contexto General el archivo “info.png” correspondiente al ícono de interactividad de la aplicación, y se lo enlaza mediante un conector *conn#onBeingStart_delay* al video mencionado; este conector permite iniciar la presentación de la imagen con un retardo respecto a la presentación de otro archivo multimedia. La conexión de los dos elementos se la realiza tal como se indica en la Figura 11-5.

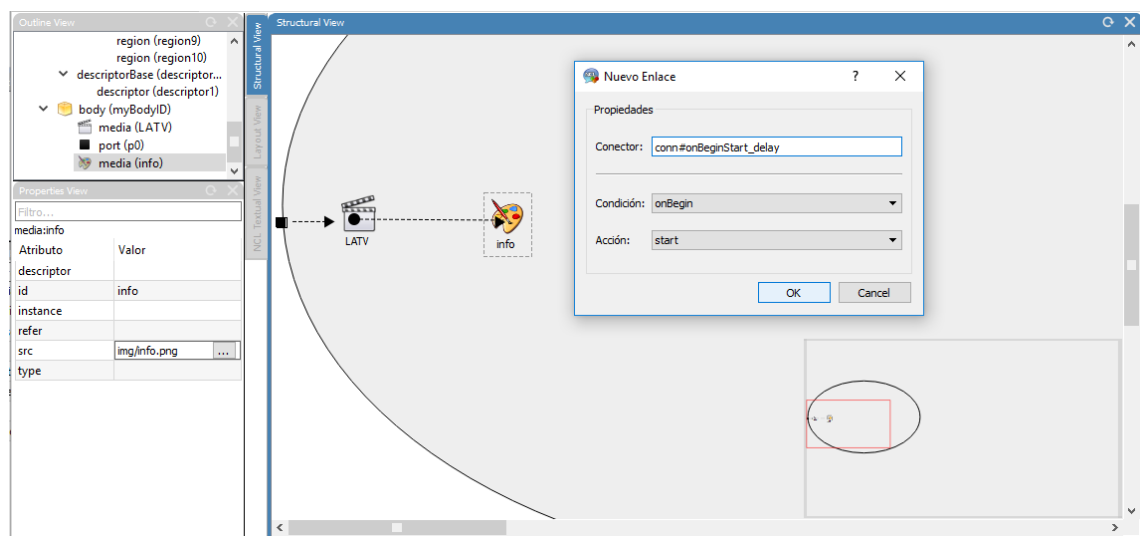


Figura 11-5: Enlace de dos elementos media utilizando el conector *onBeingStart_delay*

Fuente: El investigador

El código NCL establecido para un conector *onBeingStart_delay* se lo muestra en la Figura 12-5. El código está compuesto por el enlace *onBeing*, en el cual se coloca el primer elemento media que será presentado, por el enlace *Start*, el cual corresponde al elemento media que iniciará su presentación cuando el primero también lo haga, y finalmente el parámetro *delay*, en el cual se asigna el valor del retardo, en segundos, que tendrá el segundo elemento respecto al

primero; cabe destacar que, el código correspondiente a los conectores se lo debe escribir en el cuerpo del documento.

```
<link id="link0" xconnector="conn#onBeginStart_delay">
  <bind role="onBegin" component="LATV"/>
  <bind role="start" component="info">
    <bindParam name="delay" value="2s"/>
  </bind>
</link>
```

Figura 12-5: Código NCL del conector *onBeingStart_delay*

Fuente: El investigador

Teniendo en cuenta el diagrama funcional de la aplicación presentado en las Figuras 4-5 y 5-5, se observa que al aceptar la interactividad a través del botón “info” del control remoto se despliegan cinco íconos: Recomendaciones ante una Erupción, Mapa de Amenazas y Recursos, Plan Familiar de Emergencias, Estados de alerta de Erupción, y Salir que se los relaciona con los botones “rojo”, “verde”, “amarillo”, “azul” y “exit” del control remoto, respectivamente. A cada uno de los iconos presentados se les asigna un contexto individual, ya que las características que maneja cada ícono son distintas; dentro de los contextos individuales se insertaran los elementos media con las infografías que se mostrarán cuando se presiona el botón correspondiente.

Para enlazar el ícono de interactividad con cada uno de los contextos correspondiente a los botones de navegación del control remoto, se utilizan los conectores *conn#onKeySelectionStart*, para que al presionar el botón correspondiente se inicie la presentación del contexto enlazado con el ícono; *conn#onKeySelectionStop*, para que al presionar el botón correspondiente se detenga el contexto enlazado con el ícono; y *conn#onKeySelectionStopStart*, para que al presionar el botón correspondiente se inicie la presentación del contexto a la vez que se detiene la presentación del ícono.

Las aplicaciones interactivas relacionadas con erupciones volcánicas y sismos cuentan con un similar diagrama funcional; por lo que, la creación y enlaces entre el ícono de interactividad y los contextos asignados para cada uno de los botones, se la realiza siguiendo el mismo procedimiento en las dos aplicaciones. La manera cómo se insertan los contextos y cómo se los enlaza con los diferentes tipos de conectores se muestran en las Figuras 13-5 y 14-5, respectivamente.

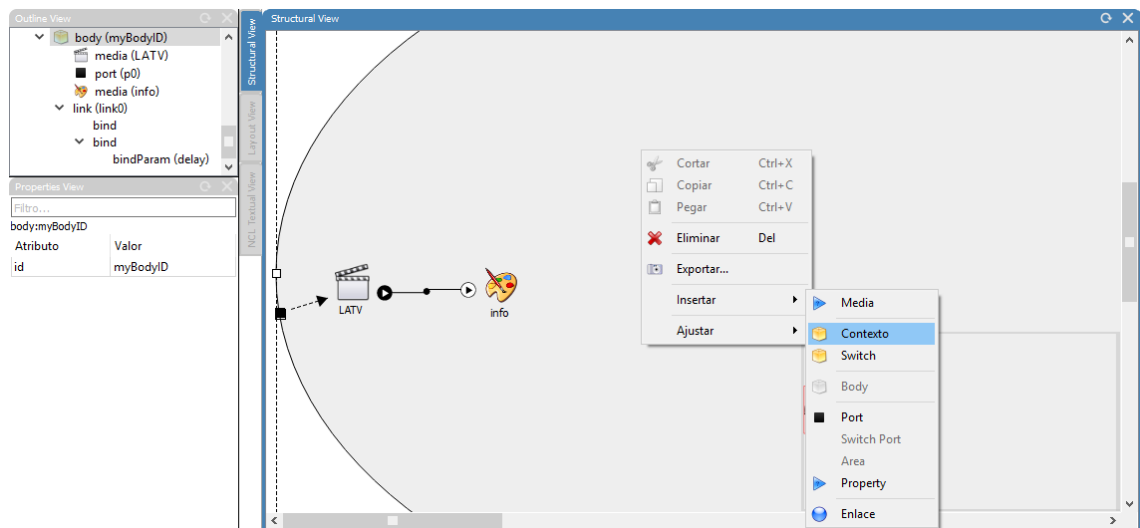


Figura 13-5: Insertar contextos individuales asociados con los botones de navegación

Fuente: El investigador

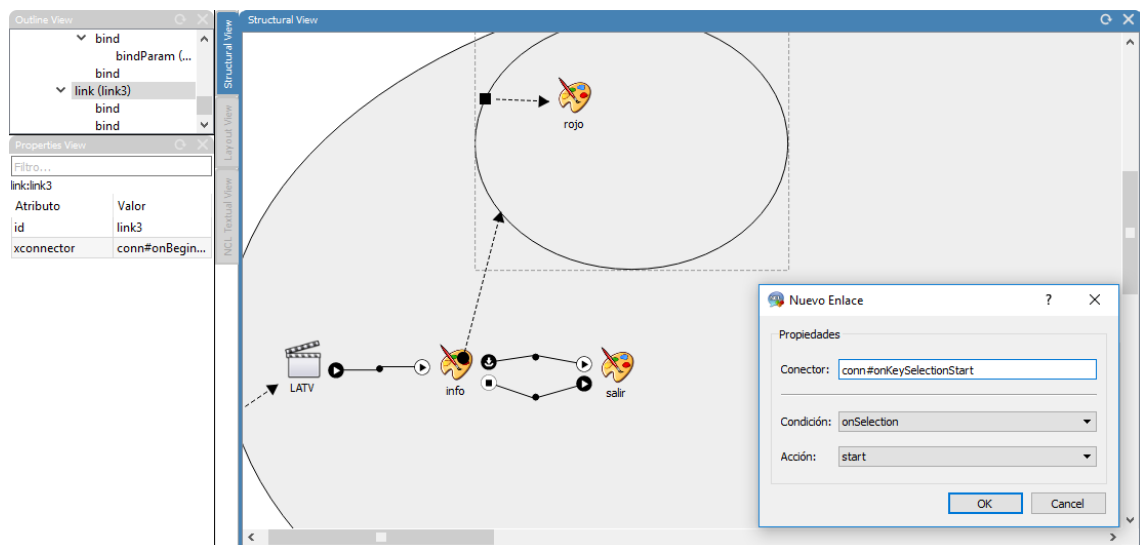


Figura 14-5: Enlace del ícono de interactividad con un contexto asignado para un botón

Fuente: El investigador

El código NCL que se debe escribir para los contextos individuales de cada botón de navegación, pertenece al cuerpo del documento y en él se detallan la identificación de todos los elementos media, la raíz de donde se encuentran los mismos, y los descriptores que asocian las medias con región, tal como se indica en la Figura 15-5.


```

<context id="ctx0">
  <port id="p1" component="rojo"/>
  <media id="rojo" src="img/rojo.png" descriptor="descriptor4"/>
</context>

```

Figura 15-5: Código NCL para los contextos insertados

Fuente: El investigador

Los enlaces que se generan a partir de este punto utilizan los mismos o similares conectores al usado en el enlace del ícono de interactividad con el video. La base del código NCL para las variantes de los conectores es la que se muestra en la Figura 12-5, en primer lugar se debe colocar la identificación del enlace, seguido del tipo de conector; posterior a esto se asigna el “role” al primer elemento media del enlace, que puede ser:

- ✓ *onSelection*, ejecuta el conector previo el cumplimiento de la condición asignada en el elemento.
- ✓ *onBeing*, ejecuta el conector al presentarse dicho elemento.
- ✓ *onEnd*, ejecuta el conector al detenerse dicho elemento.

Si el “role” asignado es *onSelection*, se debe establecer la condición, utilizando el parámetro “value” del conector, para que éste sea ejecutado; los valores que pueden ser asignados al parámetro “value” son los que se detallan en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5: Posibles valores del atributo *KeyCode*

Botón del menú de navegación	KeyCode asignado
Botón de información	“INFO”
Botón Salir	“EXIT”
Botón Aceptar	“ENTER”
Botón Rojo	“RED”
Botón Verde	“GREEN”
Botón Amarillo	“YELLOW”
Botón Azul	“BLUE”
Flecha Izquierda	“CURSOR_LEFT”
Flecha Derecha	“CURSOR_RIGHT”

Flecha Arriba	“CURSOR_UP”
Flecha Abajo	“CURSOR_DOWN”

Fuente: (Nested Context Language. NCL, 2013)

Realizado por: Diego Barba

Finalmente, se asigna el “*role*” al segundo elemento media del enlace que puede ser:

- ✓ *pause*, detiene momentáneamente la presentación del elemento.
- ✓ *resume*, reanuda la presentación del elemento.
- ✓ *set*, reinicia la presentación del elemento.
- ✓ *start*, inicia la presentación del elemento.
- ✓ *stop*, detiene definitivamente la presentación del elemento.

```
<link id="link1" xconnector="conn#onKeySelectionStart">
  <bind role="onSelection" component="info">
    <bindParam name="keyCode" value="INFO"/>
  </bind>
  <bind role="start" component="salir"/>
</link>
```

Figura 16-5: Código NCL para conectores con diferentes parámetros

Fuente: El investigador

Las Figuras 17-5 y 18-5 muestran el esquema estructural finalizado de la aplicación interactiva para erupciones volcánicas y sismos, respectivamente; aquí se observan cada uno de los elementos media utilizados y que fueron distribuidos en los contextos asociados a cada botón, de la misma manera los nodos y diferentes conectores utilizados para determinar cómo, cuándo y dónde presentar los elementos media en la pantalla.

La aplicación inicia con un video que representa la señal de Televisión captada por el receptor, luego se inserta un ícono de interactividad, que al ejecutarlo permite la navegación por todo el contenido de la misma; cabe destacar que, se puede abandonar la aplicación en cualquier momento pulsando el botón salir del menú de navegación. El análisis del funcionamiento se encuentra detallado de mejor manera en el apartado 5.3 del presente documento.

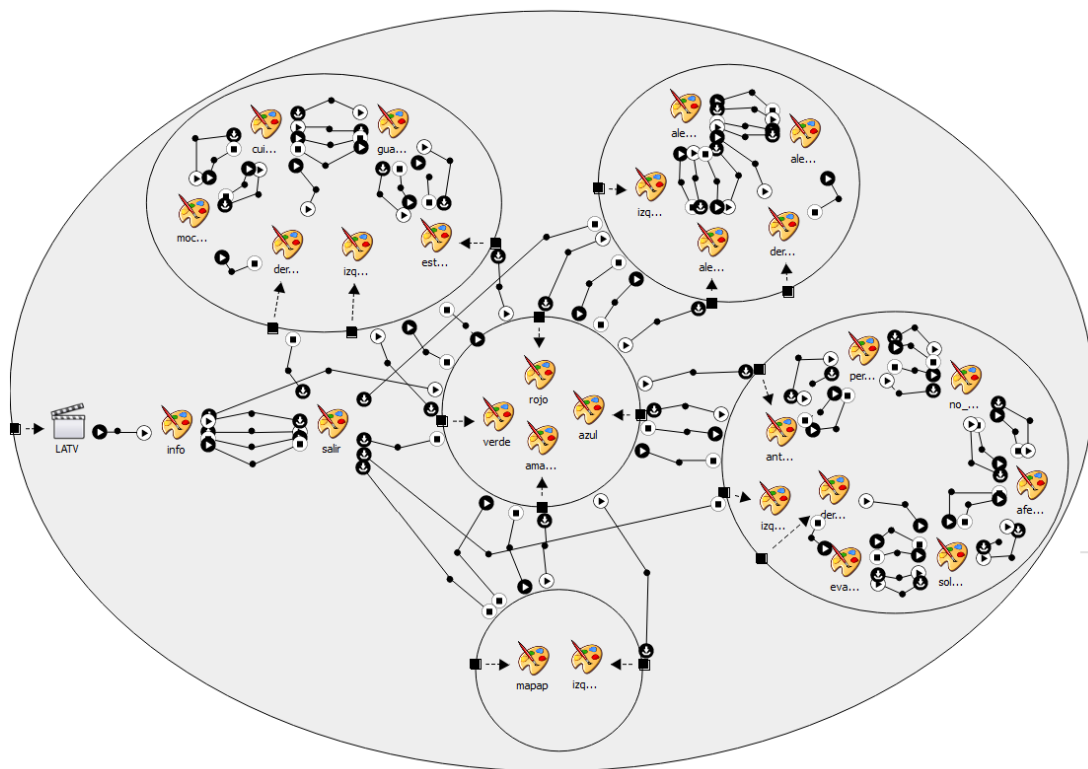


Figura 17-5: Vista del esquema estructural de la aplicación para erupciones volcánicas

Fuente: El investigador

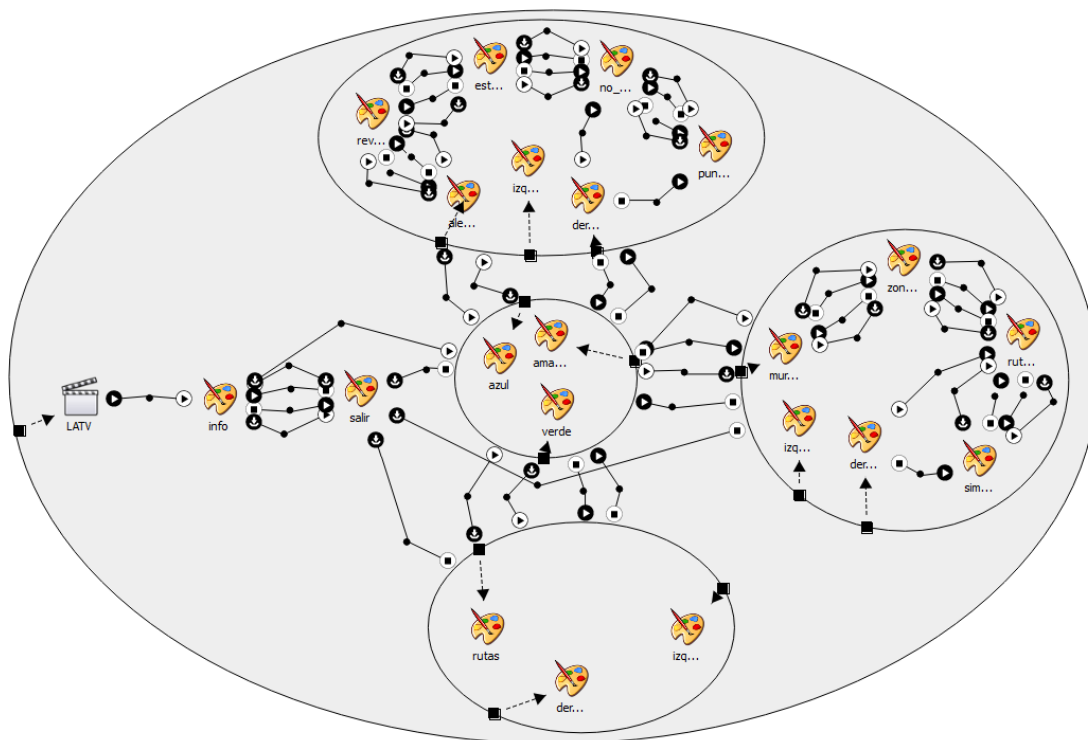


Figura 18-5: Vista del esquema estructural de la aplicación para erupciones volcánicas

Fuente: El investigador

5.3 Prototipo del Sistema de Alerta Temprana y de Emergencia de TDT

El prototipo diseñado para la transmisión del Sistema de Alerta Temprana y de Emergencias, consta de dos computadores portátiles; el primero emite la señal de televisión que contiene la información de las aplicaciones interactivas diseñadas y el sistema EWBS, mientras que el segundo recepta dicha información y la muestra en su pantalla, esto utilizando una red de Área Local a través del protocolo de comunicación SSH.

Para esto, en el segundo computador debe alojarse el *Set-Top Box* Virtual Ginga-NCL, mismo que debe reproducirse en *VMware Player*, como se muestra en la Figura 19-5.

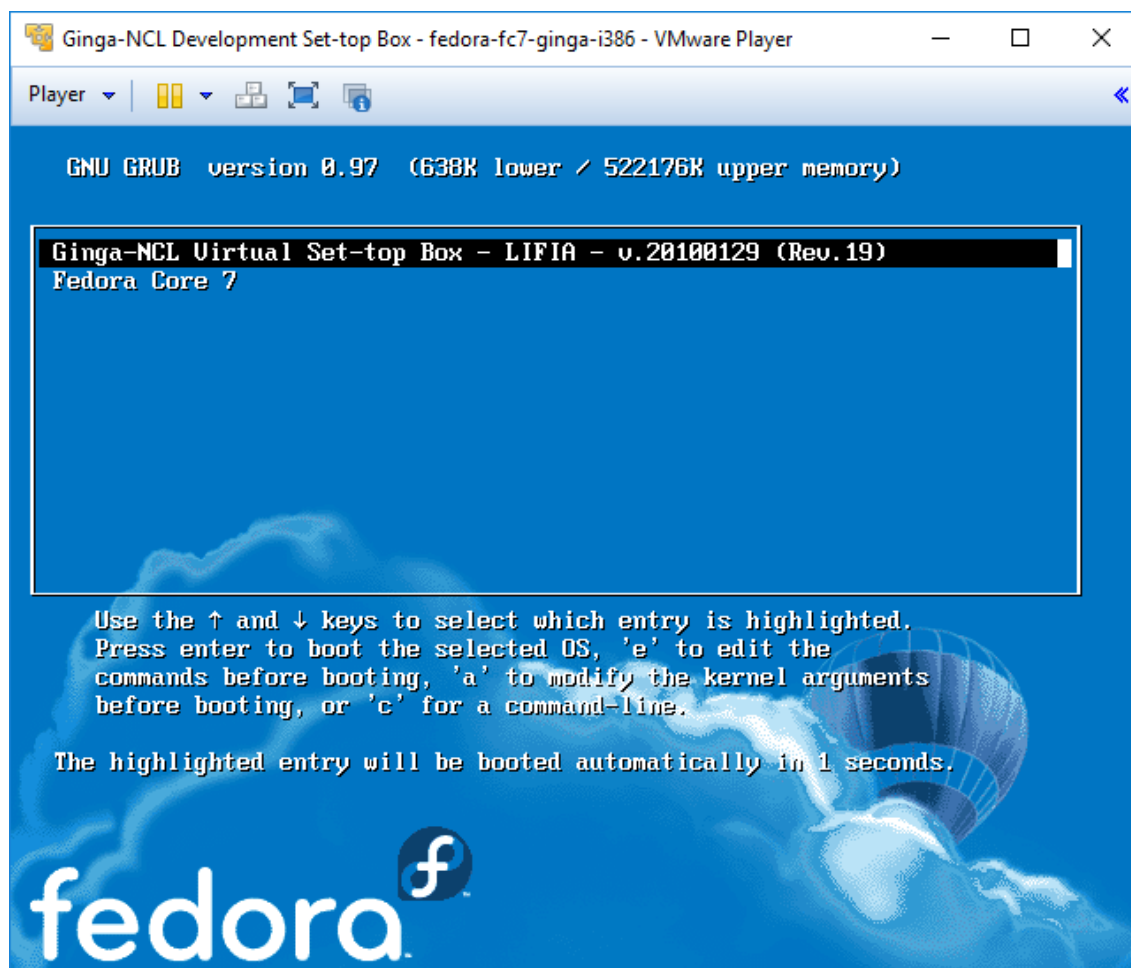


Figura 19-5: Máquina Virtual Set-Top Box Ginga-NCL

Fuente: El investigador

Para la comunicación SSH, el primer computador debe tener instalado el *software SSH Secure Shell Client*, que permite la conexión de este con la máquina virtual del segundo; aquí se debe escribir la dirección IP asignada al *Set-Top Box* Virtual, así como el nombre de usuario que es “root” y la contraseña que valida la conexión que es “telemidia”. La Figura 20-5 describe gráficamente este proceso.

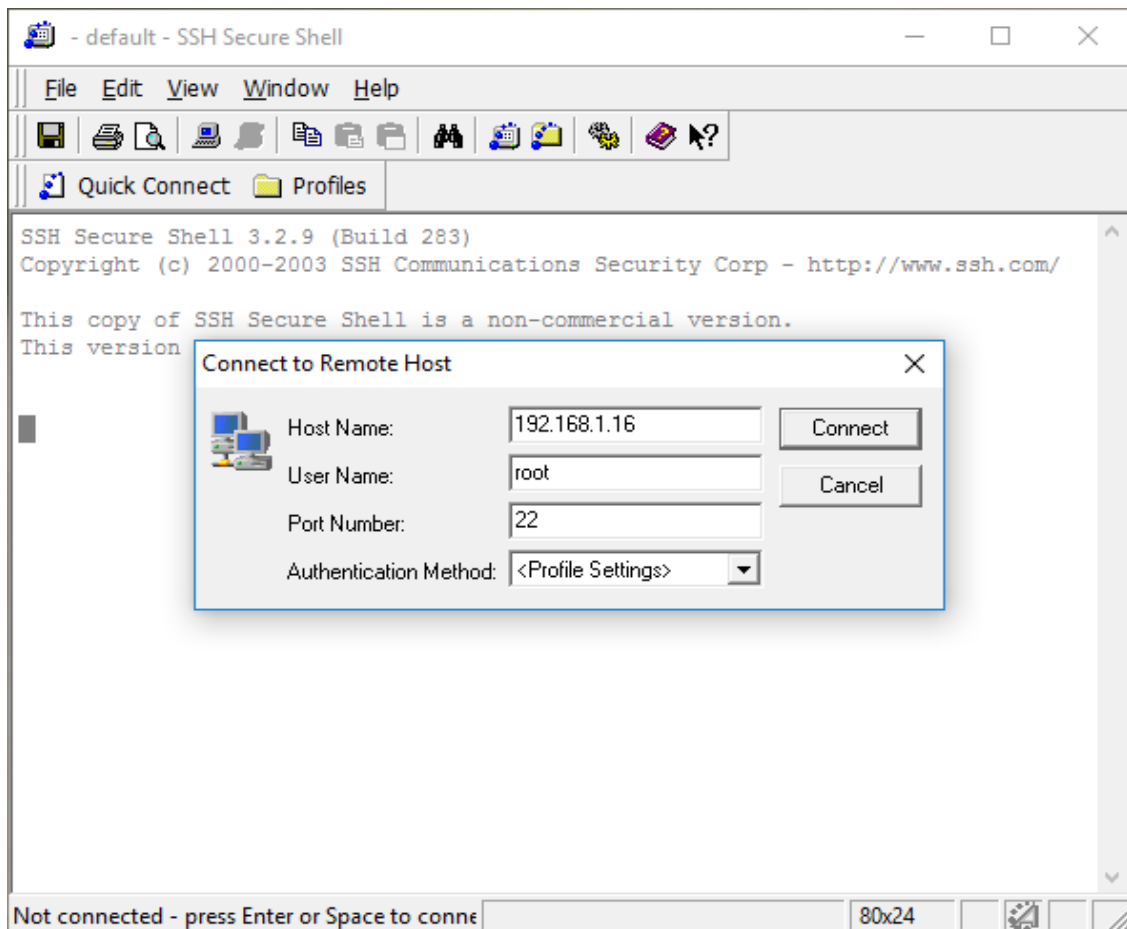


Figura 20-5: Conexión remota entre el primero computador y la máquina virtual del segundo

Fuente: El investigador

Ya establecida la conexión, desde el primer computador, se transmite y ejecutan las aplicaciones interactivas y el sistema EWBS para que puedan ser reproducidas por el emulador del receptor ISDB-Tb del segundo; para esto se utiliza el comando *launcher.sh*, detallando la ubicación del elemento que se desea emitir. La ejecución de este comando resulta en la visualización de la señal de televisión el Set-Top Box virtual, en la que se muestra el botón de interactividad en la parte superior derecha de la pantalla, como indica la Figura 21-5.



Figura 21-5: Visualización del prototipo de Sistema de Alerta Temprana

Fuente: El investigador

En este punto, se puede navegar por los contenidos de la aplicación interactiva utilizando el menú de navegación del control remoto, que en el caso del *Set-Top Box* Virtual obedece a las teclas indicadas en la Figura 22-5.

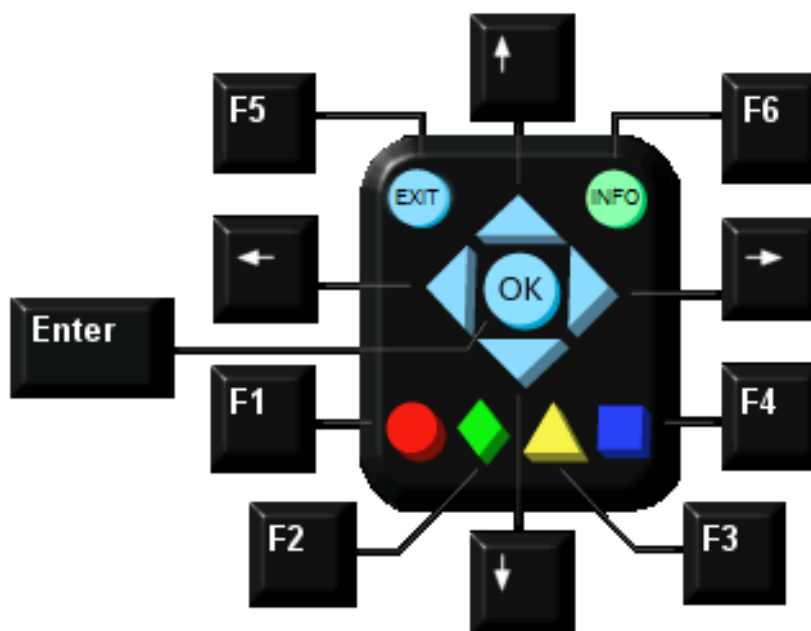


Figura 22-5: Analogía entre teclas del computador y botones del control

Fuente: El investigador

La apariencia de las aplicaciones interactivas se muestra en las Figuras 23-5 y 24-5, la primera corresponde al momento en que se accede a la aplicación presionando botón “INFO”; mientras que en la segunda se muestra uno de los infogramas disponibles en el Plan de Emergencia Familiar, que se accede presionando el amarillo del mando.



Figura 23-5: Visualización del Sistema de Alerta Temprana en el *Set-Top Box* Virtual

Fuente: El investigador

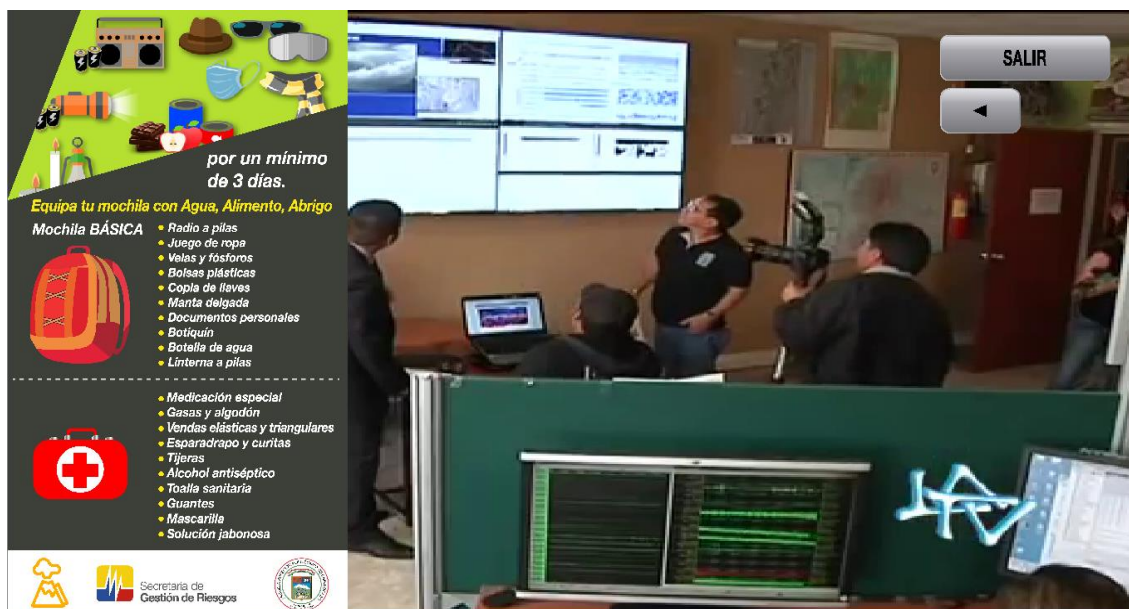


Figura 24-5: Visualización del Sistema de Alerta Temprana en el *Set-Top Box* Virtual

Fuente: El investigador

La señal EWBS es la que se muestra en la Figura 25-5, también es emitida desde la estación televisiva y la diferencia de esta con las aplicaciones interactivas es que la información proyectada es la esencial, ya que solamente se la transmite en el momento que ocurre una situación de emergencia; la señal incluye una secuencia de tono de alarma sonora homologada por la Secretaría de Gestión de Riesgos, que actúa de la siguiente manera: **Tono 2_steady** (15 segundos) – Mensaje **ESPAÑOL 1** (20 segundos) – Mensaje **QUICHUA 1** (20 segundos), se repite esta secuencia 10 veces, durando un tiempo aproximado de 9 minutos.

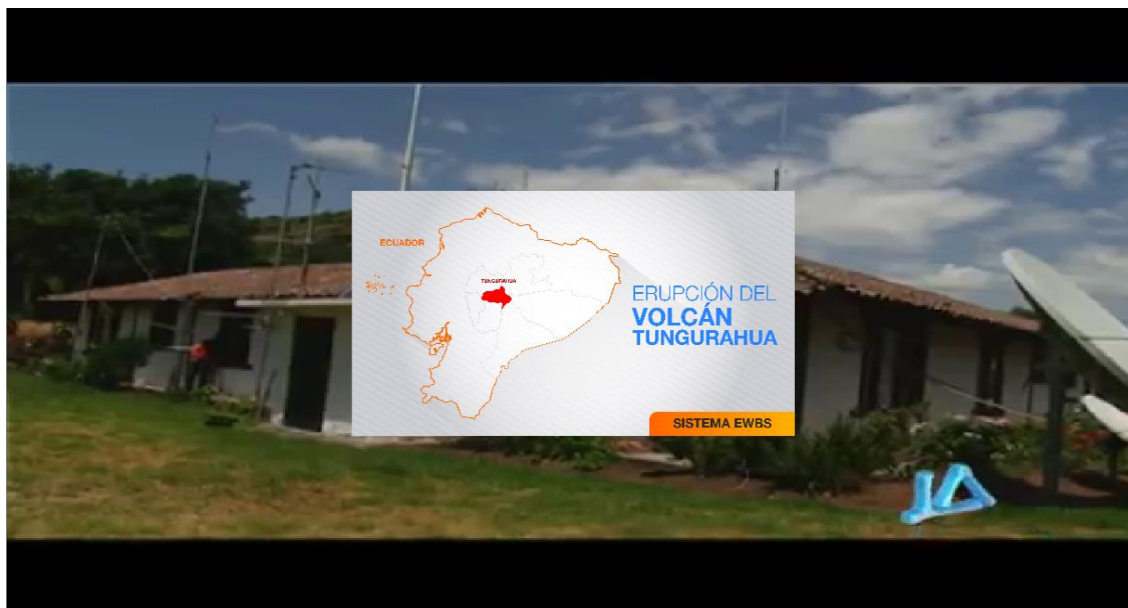


Figura 25-5: Visualización del Sistema EWBS en el *Set-Top Box* Virtual

Fuente: El investigador

Cabe resaltar que, la señal EWBS solo alcanza la cobertura establecida en el descriptor de la emergencia, específicamente las localidades a las que corresponde los bits asignados en el código de área de dicho descriptor.

5.4 Esquema de transmisión de las señales de TDT

Las señales EWBS junto con los datos de las aplicaciones interactivas, deben emitirse en simultáneo con la programación habitual transmitida por las televisoras.

La estación televisiva, encargada de difundir el Sistema de Alerta Temprana propuesto, procesa el audio y video de la programación de forma independiente, sin importar que estas sean de alta, estándar o baja definición; y luego las combina para formar un único flujo binario de datos.

Al contar con tasas demasiado elevadas como para poder ser transmitidas, se aplican modelos de codificación que reducen sustancialmente el tamaño del flujo de datos, luego se los agrupa en paquetes denominados PES.

A la carga útil de cada paquete se le adhiere una cabecera con información relevante sobre las señales de audio, video y datos, luego los paquetes son seccionados en flujos de 188 bytes, generando los denominados *Transport Streams* (TS).

Cada flujo TS tiene 184 bytes de información propiamente dicha y 4 bytes de cabecera. La cabecera está formada por 8 bits de sincronismo, 1 bit indicador de error, 1 bit indicador de transporte de tabla o paquete, 1 bit indicador de prioridad, 13 bits de identificación del programa, 2 bits indicadores de codificación, 2 bits de control, y 4 bits de conteo de paquetes con misma identificación. La Figura 26-5 muestra gráficamente el proceso de generación de los paquetes TS.

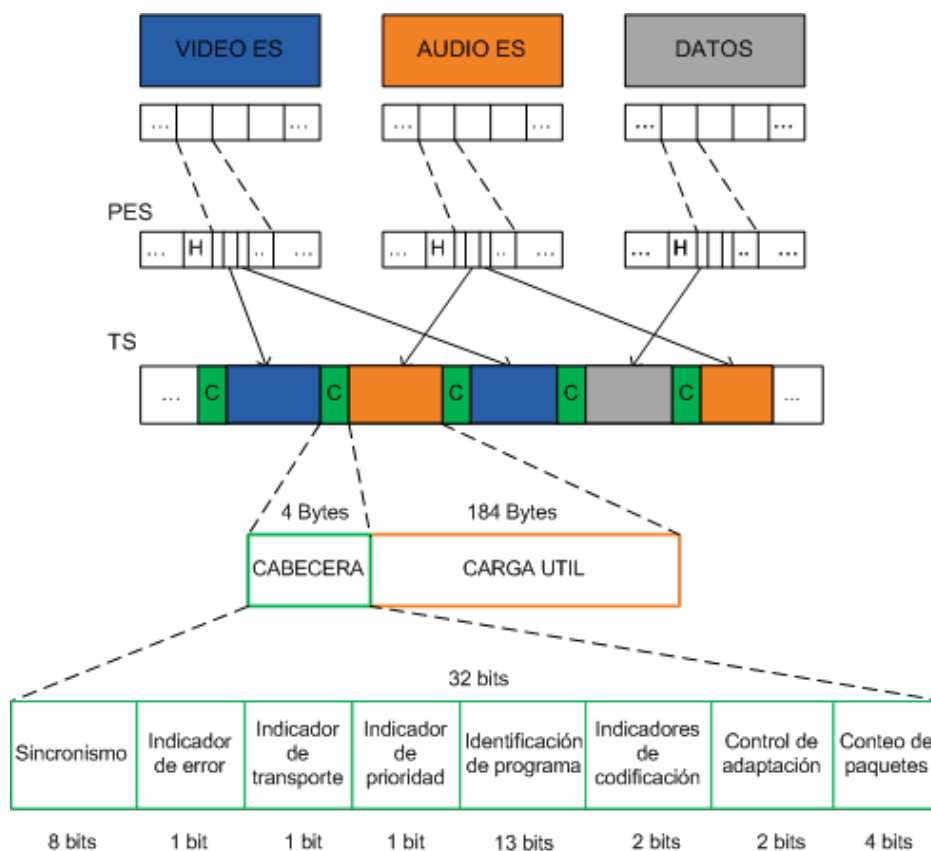


Figura 26-5: Conformación de los Paquetes de Flujos de Transporte

Fuente: El investigador

Para la ejecución del sistema EWBS se utilizan secciones que también se transmiten en paquetes normalizados de 188 bytes que, a diferencia de los de audio, video y datos, contienen información adicional de la emergencia y que está organizada en tablas *Program Map Table* (PMT).

En las tablas PMT se detalla información relacionada con el programa que se está transmitiendo, además contienen varios descriptores como: tipos de codificación de las señales, datos de carrusel, información de emergencia, etc. que ayudan al receptor a determinar la estructura del flujo de transporte. El receptor realiza la lectura de la tabla PMT en la carga útil del TS cuando en la cabecera del mismo, la identificación de programa toma el valor correspondiente.

La estructura de la Tabla PMT, así como la del descriptor destinado a informar sobre la situación de emergencia es la que se indica en la Figura 27-5; El descriptor 1 de dicha Tabla es el reservado para el Sistema EWBS, a continuación se detalla los bloques de bits que lo conforman:

descriptor_tag: contiene el valor de la etiqueta que describe la emergencia.

descriptor_length: contiene el valor de la cantidad de bits que continúan a este bloque.

service_id: contiene la identificación del programa o evento transmitido.

start_end_flag: corresponde a la señal de inicio y final de la transmisión EWBS.

signal_level: contiene la información del tipo de emergencia, es determinado por el ente encargado de la gestión de riesgos.

area_code_length: contiene el valor de la cantidad de bits que se utilizarán en el bloque *area_code*.

area_code: contiene la información correspondiente al código de área en el que se difundirá la señal EWBS.

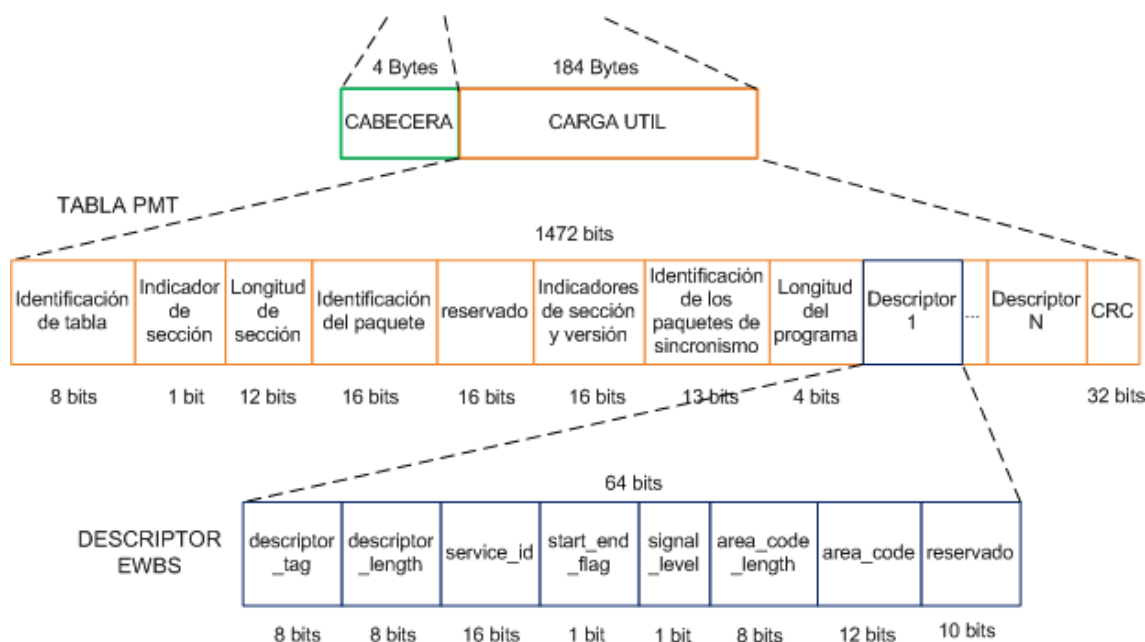


Figura 27-5: Estructura del Descriptor EWBS en una Tabla PMT

Fuente: El investigador

5.5 Valoración del Sistema de Alerta Temprana y análisis de resultados

Para el análisis de los resultados se realizó una reunión con representantes de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación y de la Dirección de Comunicación Social de la Secretaría de Gestión de Riesgos – Coordinación Zonal 3, para la presentación del prototipo propuesto; posterior a ello se realizó una entrevista con el Ingeniero Germán Zavala, analista de TIC's y encargado de los Sistemas de Alerta Temprana ante situaciones de emergencia en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza, con el fin de que se realice una valoración de este proyecto.

La entrevista estuvo orientada hacia la evaluación de la calidad, interés generado, navegabilidad, e influencia ante futuras situaciones de emergencia, del Sistema de Alerta Temprana propuesto; previo a la aplicación de la misma, se presentó al entrevistado las aplicaciones interactivas y el Sistema EWBS, luego se le permitió manejarlos, y finalmente se los valoró a través de un cuestionario.

A continuación se presentan un extracto con las ideas y observaciones más relevantes obtenidas de la entrevista, mismas que fueron tomadas en cuenta para afinar detalles del Sistema de Alerta Temprana presentado.

¿Qué tanto es de su interés el icono de interactividad, al momento que está viendo la televisión? Exprese en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.

“4; debido a que el diseño de los colores y la imagen es el adecuado. Aquí se debe tener en cuenta que la presentación visual es muy importante, ya que los niveles de alerta se basan en colores y se debe dejar de lado colores como el naranja o rojo porque representan niveles de alerta altos”.

Según su percepción, ¿Cuál es su calificación sobre la presentación y estética del Sistema de Alerta Temprana?

“Agradable; porque el diseño de la información es compacto y resumido, de la misma manera se despliega en un ambiente amigable para el manejo del antes, durante y después de la emergencia. Un aspecto a tomar en cuenta es la homologación de colores y sonidos”.

¿Cree usted que el contenido del Sistema de Alerta Temprana es claro y comprensible sobre el tema de cómo reaccionar ante erupciones volcánicas y sismos?

“De acuerdo; porque la información proporcionada en la aplicación es de la nuestra, obviamente no se trata de información rígida ya que se actualiza constantemente y nosotros, como ente encargado de manejar los niveles de alerta y de emitir las declaratorias de emergencia, debemos validar la información presentada en la aplicación y luego socializarla”.

¿Cuál fue su nivel de concentración al momento de usar las aplicaciones Interactivas? Exprese en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.

“4; porque la información en la televisión digital es muy completa, obviamente siempre se tendrá resistencia hasta acostumbrarse al manejo de las aplicaciones interactivas, sin embargo considero que la aplicación debe ser más demostrativa”.

¿Cómo describiría las Aplicaciones Interactivas presentadas?

“Informativas; porque al ser un Sistema de Alerta Temprana está enfocado a la información, específicamente al manejo de recomendaciones de cómo actuar en un sismo o en una erupción.

Podría considerarse también como Educativas, pero tendría que estar más enfocada a medidas de autoprotección”.

¿Elija una de las siguientes sensaciones que tuvo al usar las Aplicaciones Interactivas?

“Curiosidad, porque obviamente todo lo que uno necesita saber es información. Si la gente conoce la existencia de las aplicaciones presentadas y las maneja se sentirán informadas y preparadas”.

¿El Sistema de Alerta EWBS llama su atención visual y auditiva, mientras está viendo la Televisión? Expresé en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.

“2; porque se debe manejar más el aspecto de la emergencia y no solo presentar la imagen y la sirena. Sería de mayor útil si el sistema es escalable por ejemplo que pueda mostrar información del lugar, la profundidad, la magnitud y otros aspectos”.

¿Cómo evaluaría el Sistema de Alerta Temprana emitido a través de señales de Televisión, en comparación a los que tradicionalmente se han venido utilizando?

“Muy bueno; porque los Sistemas de Alerta Temprana se evalúan en base a tres parámetros: cobertura, nivel de amenaza y población. Al evaluar la cobertura, con la Televisión se cubre prácticamente toda la población; el nivel de amenaza, por ejemplo si es un lahar pasa por una población el nivel de amenaza afecta solo dicho lugar, pero si se habla de un sismo afecta a toda la población; y el Sistema presenta casi todos los efectos que puede producir un sismo o una erupción”.

Basado en su experiencia ¿Cree Ud. que el Sistema de Alerta Temprana planteado en este proyecto, influirá en la disminución de daños de futuras situaciones de emergencia como erupciones volcánicas o sismos?

“De acuerdo; porque lamentablemente los daños no se pueden eliminar, se pueden disminuir al máximo siempre y cuando existan fuentes de información. Nosotros como Secretaría de Gestión de Riesgos manejamos capacitaciones, que muchas de las veces tienen poca acogida, pero al

poner una aplicación en televisión la información tendría mayor influencia por ser un medio de comunicación masivo”. (Zavala, 2017)

Para conocer el grado de aceptación del Sistema de Alerta Temprana ante erupciones volcánicas y sismos en la provincia de Tungurahua, se analizó las respuestas indicadas por el Ing. Germán Zavala al cuestionario, mismo que estuvo estructurado en base a una escala Likert de cinco niveles, con intervalos de separación de uno, en cada pregunta. Para su valoración se determinó el promedio de las respuestas a las 9 interrogantes, utilizando la expresión:

$$Gc = \frac{PT}{NR}$$

En la que, *PT* representa la Puntuación total del cuestionario, y *NR* el número de reactivos.

Considerando que la puntuación total obtenida fue de 35 y que el número de reactivos es 9, la valoración obtenida fue de 3.88/5, misma que representa una aceptación del 77.78%

CONCLUSIONES

Los Sistemas de Alerta Temprana constituyen una herramienta técnica y tecnológica que no está siendo aprovechada, ya que el 92.4% de la población desconoce su funcionalidad y la manera cómo estos pueden alertar a poblaciones que se encuentran expuestas a algún tipo de riesgo. Es así, que en el caso de una erupción volcánica el nivel de amenaza que supone en los SAT es inferior al de un sismo, debido a los cambios progresivos en los niveles de alerta volcánicas y a que su potencial destructivo está localizado en sitios puntuales; no se puede decir lo mismo de los sismos ya que el Ecuador, al ubicarse sobre la zona de subducción de las placas de Nazca y Continental sudamericana, está expuesta a la ocurrencia intempestiva de sismos con potencial destructivo disperso por todo el país.

El estándar de Televisión Digital Terrestre ISDB-Tb, por su estructura de capas, es idóneo para la emisión del Sistema de Alerta propuesto, la segmentación del ancho de banda que se realiza en la capa de Transmisión permitió la difusión de señales *one-seg* para dispositivos móviles, lo que representa un mayor alcance de la alerta; las capas de Multiplexación y Compresión empaquetan, en los 188 bytes del flujo de transporte, información de la emergencia eruptiva o sísmica; y finalmente, la capa Middleware permitió la adición de las aplicaciones interactivas diseñadas.

Los resultados de la implementación de un prototipo que emule la transmisión de un Sistema de Alerta de Emergencias a través de la señal de TDT fueron satisfactorios debido al diseño, navegabilidad, interés generado e influencia ante futuras erupciones volcánicas y sismos, así como a la recepción en tiempo real de alertas visuales y auditivas de la tecnología EWBS; y finalmente, a que el 49.9% de la muestra analizada registra mayor preferencia por la televisión, que por la radio y el Internet, como medio de comunicación informativo sobre situaciones de emergencia.

Al depender de la existencia de una estación de TDT con el equipamiento necesario para emitir el Sistema de Alerta Temprana y de la ocurrencia de una erupción volcánica o un sismo, la determinación de la influencia en la disminución de daños se la evaluó a través de la presentación del prototipo a representantes de la Secretaría de Gestión de Riesgos; mismo, que bajo el criterio del Ing. Germán Zavala encargado del manejo de los SAT, fue valorado con un 77.78% de aceptación, considerando que el sistema cumple con los parámetros de evaluación necesarios, para que en caso de ser implementado disminuya las pérdidas humanas y materiales.

RECOMENDACIONES

La población de la provincia de Tungurahua está expuesta a varios fenómenos naturales que pueden ocasionar situaciones de emergencia, como erupciones de los volcanes Tungurahua y Cotopaxi, y sismos que se pueden presentar en todo el país; es por esta razón que se recomienda dar seguimiento a los Sistemas de Alerta Temprana existentes en esta región y de ser el caso complementarlos con la implementación de los mismos en las señales de Televisión, siempre enfocándolos a una continua comunicación antes, durante y después de ocurrido el evento adverso.

Aprovechar al máximo todos los beneficios que supone la migración de Tecnología Analógica a Digital Terrestre y más aún los ofrecidos por el estándar ISDB-Tb adoptado en nuestro país, en específico, la inserción de aplicaciones interactivas y señales EWBS en la programación habitual; si bien la inversión que este cambio significa es bastante elevada, se la puede asumir por parte del Estado ecuatoriano en una estación pública, como lo hizo Japón en el año 2006.

Conocer el proceso de transmisión de la información de emergencia a través de la señal de televisión, identificando la información del descriptor EWBS contenido en la tabla PMT de la trama para que la señal de emergencia sea activada; de la misma manera se debe conocer los códigos de área asignados para cada cantón del país y cargarlos en los receptores para que la emisión de las alertas llegue a donde deba llegar.

Acoger las observaciones y sugerencias expuestas por el Ingeniero encargado del manejo de los SAT de la Secretaría de Gestión de Riesgos, como: el manejo responsable de la información, ya que esta debe ser validada antes de su emisión, en las aplicaciones informativas se debe prescindir del uso de los colores rojo y naranja, ya que representan niveles de alerta altos; finalmente, las alertas deben utilizar tonos y mensaje de voz homologados por la SGR para evitar confusión en la ciudadanía.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Brasileña de Normas Técnicas. (2007). *ABNT NBR 1560-1: Televisión Digital Terrestre - Sistema de Transmisión*.
- Asociación Brasileña de Normas Técnicas. (2009). *ABNT NBR 15606-2: Televisión Digital Terrestre - Ginga-NCL para receptores fijos y móviles*.
- Barba, D. J. (Agosto de 2014). Migración de un sistema de televisión con transmisión analógica a digital terrestre en la estación TV MICC canal 47. Ambato, Ecuador.
- Barba, D. J., Carrión, D. P., & Barreno, D. G. (Diciembre de 2016). El largo camino hacia la Televisión Digital Terrestre. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Barriga López, F. (2015). *Historia de los desastres naturales en el Ecuador*. Quito: Academia Nacional de Historia del Ecuador.
- Carracedo, J. C., & Perez, F. J. (2015). Peligros Volcánicos ¿predecibles, prevenibles, mitigables? *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5-11.
- Comunidad Ginga. (2007). *Ginga*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Sitio oficial del Middleware Ginga: <http://www.ginga.org.br/>
- Cubero, M. (2009). *La Televisión Digital. Fundamentos y Teorías* (Primera edición ed.). México, México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- DiBEG. (Junio de 2007). *Digital Broadcasting Experts Group. DiBEG*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Features of ISDB-T system: http://www.dibeg.org/techp/feature/features_of_isdb-t.html
- Ecuador. Consejo Nacional de Telecomunicaciones. (25 de marzo de 2010). Obtenido de http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/084_05_conatel_2010.pdf
- Ecuador. Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información. (Agosto de 2015). *MINTEL*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Ecuador Consolida liderazgo a nivel internacional en materia de Televisión Digital: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-consolida-liderazgo-a-nivel-internacional-en-materia-de-television-digital-terrestre/>

- Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos. (Abril de 2014). *Secretaría de Gestión de Riesgos*. Recuperado el Septiembre de 2017, de La Televisión digital potenciará el Sistema de Alerta Temprana (SAT): <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/la-television-digital-potenciaria-el-sistema-de-alertas-temprana-sat/>
- Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos. (2015). *Conformación organizacional de las unidades de Gestión de Riesgos en los Gobiernos Autónomos Descentralizados cantonales*. SGR, Samborondon.
- Ecuador. Secretaría de Gestión de Riesgos. (Enero de 2015). *Secretaría de Gestión de Riesgos*. Recuperado el Agosto de 2017, de <http://www.gestionderiesgos.gob.ec/erupciones-volcanicas/>
- Ecuador. Secretaría de Gestion de Riesgos. (2016). *Amenazas volcánicas en el Ecuador*. Recuperado el Julio de 2017, de <http://gestionriesgosec.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=23f0de2e8e4541948e94f1681b8fba01>
- Ecuador. Secretaría de Gestion de Riesgos. (2016). *Informe de situación N° 65 Terremoto 7.8° - Pedernales*. Samborondón, Ecuador.
- Ecuador. Superintendencia de Telecomunicaciones. (2010). *Informe para la definición e implementación de la Televisión Digital Terrestre en Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Foro Internacional ISDB-T. (2013). *ISDB-T Documento de Armonización, Parte 3: Sistemas de Alerta de Emergencias EWBS*.
- Frenzel, L. E. (2003). *Electrónica Aplicada a los Sistemas de Comunicaciones*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Hall, M. L. (2000). *Los Terremotos del Ecuador del 5 de marzo de 1987* (Vol. 9). Quito, Ecuador: Corporación Editora Nacional.
- Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional. (Agosto de 2016). *Instituto Geofísico*. Recuperado el Julio de 2017, de <http://www.igepn.edu.ec/servicios/tungurahua-aniversario-erupcion-10-anos>
- Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional. (Enero de 2017). *Instituto Geofísico*. Recuperado el Julio de 2017, de <http://www.igepn.edu.ec/tungurahua>

- Maskrey, A., Cardona, O., García, V., Lavell, A., & Macías, J. (1993). Los Desastres no son Naturales. *Red de Estudios Sociales en prevención de Desastres en América Latina*.
- Nested Context Language. NCL. (Junio de 2013). *NCL*. Recuperado el Octubre de 2018, de The <simpleCondition> Element: <http://handbook.ncl.org.br/doku.php?id=simplecondition>
- Ochoa-Domínguez, H. d., Mireles-García, J., & Cota-Ruiz, J. (2007). *Descripción del nuevo estándar de video H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares*. Recuperado el Septiembre de 2017, de SciELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432007000300004&lng=es&tlng=es.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (Agosto de 2013). *FAO. Unidad de Tenencia y Manejo de Tierras*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.fao.org/docrep/013/i1255b/i1255b02.pdf>
- Paniagua, S., & Cruz, L. D. (2002). *Desastres y emergencias: prevención, preparación y mitigación*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Pisciotta, N. O., Liendo, C. G., & Lauro, R. C. (2013). *Transmisión de Televisión Digital Terrestre en la norma ISDB-Tb* (Primera edición ed.). Buenos Aires, Argentina: Cengage Learning.
- Sakaguchi, Y., Yoshimi, T., & Marayuma, Y. (2013). Estandarización del Sistema de Alerta de Emergencias EWBS en América Central y Sudamérica. *Foro Internacional ISDB-T*. Montevideo, Uruguay.
- TeleMídia PUC - Rio. (Octubre de 2016). *Introducción a NCL Composer*. Recuperado el Septiembre de 2017, de <http://ncl-composer-manual.readthedocs.io/en/latest/02-introduction.html>
- UNESCO. (2010). Conceptos y Herramientas sobre Sistemas de Alerta Temprana y Gestión de Riesgos para la Comunidad Educativa. *Apoyo al Ministerio de Educación para la Elaboración de material educativo en el tema SAT*. Costa Rica.
- Valencia, J., & Bernal, I. (Julio de 2013). Desarrollo de Aplicaciones Interactivas para TV Digital orientadas a formar a la Población en Desastres Naturales. *Revista Politécnica*.

Velasco Haro, D. (2015). Estudio del impacto tecnológico del sistema de Televisión Digital Terrestre mediante la normativa ISDB-Tb para el caso de transmisión de alertas y emergencias EWBS. Quito, Ecuador.

Zavala, G. (15 de Noviembre de 2017). Sistemas de Alerta Temprana en Cotopaxi y Tungurahua. (D. Barba, Entrevistador) Riobamba.

ANEXOS

ANEXO A: Entrevista realizada en la Coordinación zonal 3 de la Secretaría de Gestión de Riesgos.

Ambato, 09 de noviembre del 2017

Asunto: Consulta sobre Sistemas de Alerta Temprana ante erupciones volcánicas.

Señora Licenciada

Patricia Larrea Torres

Coordinadora de la Zona 3

SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS

En su Despacho

Yo, Diego Javier Barba Chérrez con documento de identificación número 180446586 0, maestrante del programa Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; estoy culminando mi proyecto de Tesis titulado **“Influencia de un Sistema de Alerta Temprana ante Erupciones Volcánicas y Sismos compatible con el estándar ISDB-Tb en la mitigación de daños en la provincia de Tungurahua”**, razón por la que se me ha sugerido realizar una valoración en conjunto con la Secretaría de Gestión de Riesgos del Sistema propuesto.

En este contexto, me permito solicitar a usted cordialmente una cita en la que se le pueda presentar el Sistema propuesto, y del ser el caso poder acoger alguna observación.

En espera de su favorable respuesta, le anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,



Ing. Diego Javier Barba Chérrez

C.I.: 180446586 0

	Secretaría de Gestión de Riesgos	CZ3GR
COORDINACIÓN ZONAL 3 DE GESTIÓN DE RIESGOS		
FECHA: 09 NOV 2017		
No. OFICIO: SN		
HORA: 14h28		
SECRETARIA: Patricia Torres		



MAESTRÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

CUESTIONARIO DIRIGIDA AL ING. GERMÁN ZAVALA, ANALISTA DE TICS DE LA SECRETARIA DE GESTION DE RIESGOS CORDINACIÓN ZONAL 3, PARA LA VALORACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PROPUESTO

Instructivo: Despues de analizar el Sistema de Alerta Temprana propuesto, responda las siguientes preguntas

1	¿Qué tanto es de su interés el icono de interactividad, al momento que está viendo la televisión? Exprese en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.				
	1	2	3	4	5
2	Según su percepción, ¿Cuál es su calificación sobre la presentación y estética del Sistema de Alerta Temprana?				
	Desagradable	Poco agradable	Moderadamente agradable	Agradable	Muy agradable
3	¿Cree usted que el contenido del Sistema de Alerta Temprana es claro y comprensible sobre el tema de cómo reaccionar ante erupciones volcánicas y sismos?				
	Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
4	¿Cuál fue su nivel de concentración al momento de usar las aplicaciones Interactivas? Exprese en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.				
	1	2	3	4	5
5	¿Cómo describiría las Aplicaciones Interactivas presentadas?				
	Desagradables	Atractivas	Creativas	Informativas	Educativas
6	¿Elija una de las siguientes sesaciones que tuvo al usar las Aplicaciones Interactivas?				
	Insatisfecho	Indiferente	Intriga	Satisfaccion	Curiosidad
7	¿El Sistema de Alerta EWBS llama su atención visual y auditiva, mientras está viendo la Televisión? Exprese en un número del 1 al 5, siendo 1 el menor y 5 el mayor.				
	1	2	3	4	5
8	¿Cómo evaluaría el Sistema de Alerta Temprana emitido a través de señales de Televisión, en comparación a los que tradicionalmente se han venido utilizando ?				
	Pésimo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
9	Basado en su experiencia ¿Cree ud que el Sistema de Alerta Temprana planteado en este proyecto, influirá en la mitigación de daños de futuras situaciones de emergencia como erupciones volcánicas o sismos?				
	Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo



ANEXO B: Asignación de códigos de área para Ecuador

Código de Área	PROVINCIA	CANTON
0000 00011001	AZUAY	CAMILO PONCE ENRIQUEZ
0000 00101001		CHORDELEG
0000 00101111		CUENCA
0000 00111001		EL PAN
0000 01000100		GIRON
0000 01001000		GUACHAPALA
0000 01001001		GUALACEO
0000 01110111		NABON
0000 01111110		OÑA
0000 10001110		PAUTE
0000 10011011		PUCARA
0000 10110010		SAN FERNANDO
0000 11000000		SANTA ISABEL
0000 11001000		SEVILLA DE ORO
0000 11001011		SIGSIG
0000 00010111	BOLIVAR	CALUMA
0000 00100101		CHILLANES
0000 00100110		CHIMBO
0000 00110101		ECHEANDIA
0000 01001101		GUARANDA
0000 01100000		LAS NAVES
0000 10110110		SAN MIGUEL
0000 00001100	CAÑAR	AZOGUES
0000 00010011		BIBLIAN
0000 00011010		CANAR
0000 00110011		DELEG
0000 00111100		EL TAMBO
0000 01011100		LA TRONCAL
0000 11010001		SUSCAL
0000 00010100	CARCHI	BOLIVAR
0000 01000001		ESPEJO
0000 01101111		MIRA
0000 01110100		MONTUFAR
0000 10111001		SAN PEDRO DE HUACA
0000 11010111		TULCAN
0000 00000011	CHIMBORAZO	ALAUSI
0000 00100011		CHAMBO
0000 00101010		CHUNCHI
0000 00101100		COLTA
0000 00110000		CUMANDA
0000 01001011		GUAMOTE
0000 01001100		GUANO
0000 10000110		PALLATANGA
0000 10010011		PENIPE
0000 10101001		RIOBAMBA

Código de Area	PROVINCIA	CANTON
0000 0101 1011	COTOPAXI	LA MANA
0000 01100001		LATACUNGA
0000 10001001		PANGUA
0000 1001 1111		PUJILI
0000 10101101		SALCEDO
0000 11000110		SAQUISILÍ
0000 11001010		SIGCHOS
0000 00001001	EL ORO	ARENILLAS
0000 00001011		ATAHUALPA
0000 00010000		BALSAS
0000 00100100		CHILLA
0000 00111000		EL GUABO
0000 01010000		HUAQUILLAS
0000 01011111		LAS LAJAS
0000 01101000		MACHALA
0000 01101011		MARCABELI
0000 10001011		PASAJE
0000 10010111		PIÑAS
0000 10011001		PORTOVELO
0000 11000010		SANTA ROSA
0000 11100000		ZARUMA
0000 00001010	ESMERALDAS	ATACAMES
0000 00111110		ELOY ALFARO
0000 01000000		ESMERALDAS
0000 01011000		LA CONCORDIA
0000 01110110		MUISNE
0000 10100110		QUININDE
0000 10101010		RIOVERDE
0000 10110101		SAN LORENZO
0000 01010010	GALAPAGOS	ISABELA
0000 10110001		SAN CRISTOBAL
0000 10111110		SANTA CRUZ
0000 00000100	GUAYAS	ALFREDO BAQUERIZO MORENO
0000 00001111		BALAO
0000 00010001		BALZAR
0000 00101011		COLIMES
0000 00101110		CRNEL. MARCELINO MARIDUEÑA
0000 00110010		DAULE
0000 00110100		DURAN
0000 00111101		EL TRIUNFO
0000 00111111		EMPALME
0000 01000101		GNRAL. ANTONIO ELIZALDE
0000 01001110		GUAYAQUIL
0000 01010011		ISIDRO AYORA
0000 01100101		LOMAS DE SARGENTILLO
0000 01101110		MILAGRO
0000 01111001		NARANJAL
0000 01111010		NARANJITO
0000 01111011		NOBOL
0000 10000101		PALESTINA

Código de Area	PROVINCIA	CANTON
0000 10010000	GUAYAS	PEDRO CARBO
0000 10011000		PLAYAS
0000 10101111		SALITRE
0000 10110000		SAMBORONDON
0000 10110011		SAN JACINTO DE YAGUACHI
0000 11000001		SANTA LUCIA
0000 11001100		SIMON BOLIVAR
0000 00000110	IMBABURA	ANTONIO ANTE
0000 00101101		COTACACHI
0000 01010001		IBARRA
0000 10000000		OTAVALO
0000 10010101		PIMAMPIRO
0000 10111000		SAN MIGUEL DE URCUQUI
0000 00011110	PICHINCHA	CAYAMBE
0000 01101100		MEJIA
0000 10010001		PEDRO MONCAYO
0000 10010010		PEDRO VICENTE MALDONADO
0000 10011110		PUERTO QUITO
0000 10101000		QUITO
0000 10101100		RUMINAHUI
0000 10110111		SAN MIGUEL DE LOS BANCOS
0000 00011000	LOJA	CALVAS
0000 00011101		CATAMAYO
0000 00011111		CELICA
0000 00100010		CHAGUARPAMBA
0000 01000010		ESPINDOLA
0000 01000111		GONZANAMA
0000 01100100		LOJA
0000 01100111		MACARA
0000 01111101		OLMEDO
0000 10001000		PALTAS
0000 10010110		PINDAL
0000 10100001		PUYANGO
0000 10100101		QUILANGA
0000 11000111		SARAGURO
0000 11001101		SOZORANGA
0000 11011111		ZAPOTILLO
0000 00001101	LOS RIOS	BABA
0000 00001110		BABAHOYO
0000 00010110		BUENA FE
0000 01110000		MOCACHE
0000 01110010		MONTALVO
0000 10000100		PALENQUE
0000 10011100		PUEBLOVIEJO
0000 10100011		QUEVEDO
0000 10100111		QUINSALOMA
0000 11011000		URDANETA
0000 11011001		VALENCIA
0000 11011010		VENTANAS
0000 11011011		VINCES

Código de Area	PROVINCIA	CANTON
0000 00000001	MANABI	24 DE MAYO
0000 00010101		BOLIVAR
0000 00101000		CHONE
0000 00110110		EL CARMEN
0000 01000011		FLAVIO ALFARO
0000 01010100		JAMA
0000 01010101		JARAMIJO
0000 01010110		JIPIJAPA
0000 01010111		JUNIN
0000 01101010		MANTA
0000 01110011		MONTECRISTI
0000 01111100		OLMEDO
0000 10000010		PAJAN
0000 10001111		PEDERNALES
0000 10010100		PICHINCHA
0000 10011010		PORTOVIEJO
0000 10011101		PUERTO LOPEZ
0000 10101011		ROCAFUERTE
0000 10111011		SAN VICENTE
0000 10111100		SANTA ANA
0000 11001110		SUCRE
0000 11010110		TOSAGUA
0000 01001010	MORONA SANTIAGO	GUALAQUIZA
0000 01001111		HUAMBOYA
0000 01100010		LIMON INDANZA
0000 01100011		LOGROÑO
0000 01110101		MORONA
0000 10000001		PABLO SEXTO
0000 10000111		PALORA
0000 10110100		SAN JUAN BOSCO
0000 11000011		SANTIAGO
0000 11001111		SUCUA
0000 11010010		TAISHA
0000 11010101		TIWINTZA
0000 00000000	NACIONAL	NACIONAL
0000 00001000	NAPO	ARCHIDONA
0000 00011011		CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA
0000 00110111		EL CHACO
0000 10100100		QUIJOS
0000 11010011		TENA
0000 00000010	ORELLANA	AGUARICO
0000 01011001		LA JOYA DE LOS SACHAS
0000 01100110		LORETO
0000 01111111		ORELLANA
0000 00000111	PASTAZA	ARAJUNO
0000 01101101		MEIRA
0000 10001100		PASTAZA
0000 10111101		SANTA CLARA
0000 01011010	SANTA ELENA	LA LIBERTAD
0000 10101110		SALINAS
0000 10111111		SANTA ELENA

Código de Area	PROVINCIA	CANTON
0000 11000101	SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	SANTO DOMINGO
0000 00011100	SUCUMBIOS	CASCALES
0000 00110001		CUYABENO
0000 01000110		GONZALO PIZARRO
0000 01011101		LAGO AGRIO
0000 10100000		PUTUMAYO
0000 11001001		SHUSHUFINDI
0000 11010000		SUCUMBIOS
0000 00000101	TUNGURAHUA	AMBATO
0000 00010010		BAÑOS DE AGUA SANTA
0000 00100001		CEVALLOS
0000 01110001		MOCHA
0000 10001101		PATATE
0000 10100010		QUERO
0000 10111010		SAN PEDRO DE PELILEO
0000 11000100		SANTIAGO DE PILLARO
0000 11010100		TISALEO
0000 00100000	ZAMORA CHINCHIPE	CENTINELA DEL CONDOR
0000 00100111		CHINCHIPE
0000 00111010		EL PANGUI
0000 01111000		NANGARITZA
0000 10000011		PALANDA
0000 10001010		PAQUISHA
0000 11011100		YACUAMBI
0000 11011101		YANTZAZA
0000 11011110		ZAMORA
0000 00111011	ZONA NO DELIMITADA	EL PIEDRERO
0000 01011110		LAS GOLONDRINAS
0000 01101001		MANGA DEL CURA